



Duarte Maria Almeida Godinho Rêgo Figueiredo

Licenciado em Engenharia Civil

**Tornando Lean mais Lean – uma nova abordagem da elaboração
do Mapeamento do Fluxo de Valor com base em sinergias Lean
Construction e PMBOK**

Dissertação para obtenção do Grau Mestre em
Engenharia Civil – Perfil de Construção

Orientador: Nuno Cachadinha, Professor Doutor, FCT-UNL

Arguente: António Flor, Professor Doutor, Universidade Fernando Pessoa

Júri: Válder Lúcio, Professor Doutor, FCT-UNL



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Março de 2012



Duarte Maria Almeida Godinho Rêgo Figueiredo

Licenciado em Engenharia Civil

Tornando Lean mais Lean – uma nova abordagem da elaboração do Mapeamento do Fluxo de Valor com base em sinergias Lean Construction e PMBOK

Dissertação para obtenção do Grau Mestre em
Engenharia Civil – Perfil de Construção

Orientador: Nuno Cachadinha, Professor Doutor, FCT-UNL



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Março de 2012

‘Copyright’ Duarte Maria Almeida Godinho Rêgo Figueiredo, FCT/UNL e UNL

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa tem o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor Nuno Cachadinha, pela orientação científica, rigor e simpatia que foram determinantes na execução deste trabalho.

À equipa de mestrandos, nas pessoas de Diogo Pereira, José Clemente, João Gaio, Francisco Martins, Paulo Taborda e João Patacas pela boa disposição, pela companhia e cooperação neste trabalho.

A todos aqueles que me ajudaram e motivaram para poder chegar aqui.

A todas as entidades e empresas participantes no estudo, pela colaboração prestada na obtenção da informação necessária à execução deste trabalho, sem a qual não teria sido possível realizá-lo.

RESUMO

O Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) é a ferramenta principal da filosofia Lean. Na elaboração MFV é muito difícil de quantificar desperdícios, corrigi-los, propor soluções e quantificar a eficácia do mesmo. É essencial que o desenvolvimento do MFV seja rápido, eficiente e sem desperdícios.

Em construção há grande dificuldade na elaboração MFV, porque as tarefas não são repetitivas, nem as condições de realização iguais. Assim a elaboração do MFV é muitas vezes difícil e realizada sem fluxo contínuo o que leva uma ferramenta Lean muitas vezes a não ser Lean na sua essência. Por essa razão o método de elaboração de MFV proposto neste estudo tem o objectivo de tornar a elaboração do MFV mais lean, ou seja, com menos desperdícios e mais eficaz.

O método de elaboração de MFV apresentado é baseado nas diretrizes propostas pelo Shook e Rother (1998), mas utilizando termos proposto pelo PMBOK para a gestão de projectos.

A utilização do PMBOK é explicada pelo reconhecimento de um grande número de gestores de nível mundial, da eficácia de algumas orientações propostas por este guia.

A utilização conjunta do PMBOK e filosofia do Lean no desenvolvimento da MFV tem como objectivo padronização do método de elaboração do MFV.

Os casos de estudos realizados tiveram como base a comparação entre MFV preparado com e sem o método proposto. Esta comparação é possível porque as actividades eram semelhantes, na quantidade de trabalho e da cadeia de sub-actividades.

No caso de estudo foi observado que o desenvolvimento da MFV com o método proposto torna a ferramenta mais Lean, na sua vertente de elaboração, fica mais rápida, e na vertente de qualidade do mesmo, por ter mais informação, o que possibilita a sua melhor utilização para a passagem para o MFV futuro.

Termos chave: mfv, pmbok, construção lean, padronização

ABSTRACT

The VSM is the main tool of the Lean philosophy. Although being a Lean tool, it is very difficult to assess and quantify the wastes incurred with its utilization, correct them, propose solutions and quantify its effectiveness. It is essential that the development of the VSM becomes fast, efficiently and without waste.

In construction there is great difficulty in developing the VSM, because the tasks are not repetitive, nor the conditions to implement them equal. Thus the VSM construction activities often lead to difficulties in its preparation and make a Lean tool used not so lean.

This work proposes a model for the execution of VSM that aims at making VSM more Lean.

The presented model is based on the guidelines proposed by Shook, Rother (1998), but also establishes a series of principles / terms, which are based on the PMBOK.

The utilization of the PMBOK in this work is explained by the recognition of a large number of project managers of world level, of the effectiveness of some orientations proposed by this guide.

Another objective of the joint use of the PMBOK and philosophies of Lean in the development of VSM is the standardization of the concepts in preparing this.

The case study conducted was based on a comparison between VSM prepared with and without the proposed model. This comparison is possible because the building had similar activities, amount of work and chain of activities.

In the case study it was observed that the development of the VSM with the proposed model makes the tool more Lean both in terms of wasted time on it, as well as their understanding on the part of others.

Keywords: vsm, pmbok, lean construction, standardization

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

MFV- Mapeamento do Fluxo de Valor
TPS - Toyota Production System
JIT - Just in Time
EAP - Estrutura Analítica do Projecto
PMBOK- Project Management Body of Knowledge
C/T – Cycle Time
C/O – Changeover Time
PPC - Percentagem de planeamento concluído
PMI - Project Management Institute
TP – Tempo de Permanência
TRA – Tempo de Realização da Actividade
VSM – Value Stream Mapping
SWOT- Strength Weakness Opportunity Threat
FIFO – First In First Out
5S- Seiri, Seiton, Seisō, Seiketsu e Shitsuke
5W – Who, What, Where, When, Why

ÍNDICE
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. OBJECTIVO	1
1.2. JUSTIFICAÇÃO	1
1.3. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	2
2. ESTADO DO CONHECIMENTO	3
2.1. FILOSOFIA LEAN.....	3
2.1.1. <i>Introdução</i>	3
2.1.2. <i>Princípios que caracterizam a Produção Lean</i>	4
2.1.3. <i>Principais Ferramentas do Pensamento Lean</i>	5
2.2. CONSTRUÇÃO LEAN	7
2.2.1. <i>Princípios que caracterizam a Construção Lean</i>	7
2.2.2. <i>Ferramentas da Construção Lean</i>	9
2.3. CONCEITO DE FLUXO NA CONSTRUÇÃO CIVIL	16
2.4. PROJECT MANAGEMENT BODY OF KNOWLEDGE	17
2.4.1. <i>Fases do PMBOK</i>	18
2.4.2. <i>Áreas de conhecimento do PMBOK</i>	19
2.4.3. <i>Conceitos fundamentais do PMBOK</i>	21
2.5. LEAN CONSTRUCTION E PMBOK.....	24
2.5.1. <i>MFV vs. PMBOK</i>	25
2.5.2. <i>Last Planner vs. PMBOK</i>	25
2.5.3. <i>PPC vs. PMBOK</i>	25
2.5.4. <i>JIT vs. PMBOK</i>	26
2.5.5. <i>PMBOK versus Construção Lean</i>	27
3. METODOLOGIA.....	29
3.1. INTRODUÇÃO.....	29
3.2. ESTUDO DA BIBLIOGRAFIA EXISTENTE DE LEAN CONSTRUCTION E PMBOK.....	30
3.3. CONJUGAÇÃO DOS CONCEITOS LEAN E DOS CONCEITOS DO PMBOK	31
3.4. PROPOSTA DE UM MÉTODO DE ELABORAÇÃO DO MFV	31
3.5. METODOLOGIA DE RECOLHA DE DADOS	31
3.5.1. <i>Observação Directa</i>	31
3.5.2. <i>Diálogos</i>	32
3.6. VALIDAÇÃO.....	33
3.7. ANÁLISE, DISCUSSÃO DE RESULTADOS E CONCLUSÕES	35

4. PROPOSTA DE MÉTODO DE ELABORAÇÃO DE MFV	37
4.1. O PORQUÊ DA ESCOLHA DO PMBOK.....	38
4.2. OBJECTIVOS DO MÉTODO.....	38
4.3. MÉTODO PARA A ELABORAÇÃO MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR ACTUAL UTILIZANDO CONCEITOS DO PMBOK	39
4.4. UTILIZAÇÃO DOS MÉTODOS PROPOSTOS.....	47
5. VALIDAÇÃO DO METODO PROPOSTO PARA A ELABORAÇÃO DO MFV..	49
5.1. DESCRIÇÃO DAS OBRAS	49
5.2. DESCRIÇÃO DOS TRABALHOS QUE VÃO SER ANALISADOS	50
5.3. MFV TECTOS FALSOS.....	55
5.4. MFV REDE DE ÁGUAS.....	56
5.5. MFV CORTE E MOLDAGEM DE AÇO.....	58
5.6. VSM DA SUBSTITUIÇÃO DA CABLAGEM NA GARE FERROVIÁRIA.....	60
6. ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO DO MÉTODO DE ELABORAÇÃO DO MFV NAS DIFERENTES OBRAS E DISCUSSÃO DE RESULTADOS.....	63
6.1. ANÁLISE DA ELABORAÇÃO DOS MFV SEM A UTILIZAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO	63
6.2. ANÁLISE DA ELABORAÇÃO DO MFV COM A UTILIZAÇÃO DE MÉTODO PROPOSTO..	63
6.3. DISCUSSÃO DE RESULTADOS	66
6.3.1. <i>MFV Tectos falsos</i>	66
6.3.2. <i>MFV Rede de águas</i>	67
6.3.3. <i>MFV Corte e moldagem do aço</i>	67
6.3.4. <i>VSM Substituição da cablagem da gare ferroviária</i>	68
6.4. DISCUSSÃO GLOBAL DOS RESULTADOS DA ELABORAÇÃO DOS MFV	69
7. CONCLUSÃO.....	71
7.1. LIMITAÇÃO NA INVESTIGAÇÃO.....	72
7.2. CAMPOS DE PESQUISA FUTURA.....	72
8. BIBLIOGRAFIA	75
9. ANEXOS.....	79
I. ANEXO 1 – MFV DA COLOCAÇÃO DOS TECTOS FALSOS SEM A UTILIZAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO	79
II. ANEXO 2 – MFV COLOCAÇÃO DOS TECTOS FALSOS COM A UTILIZAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO	80
III. ANEXO 3 – MFV DA COLOCAÇÃO DAS REDES DE ÁGUAS SEM A UTILIZAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO	81

IV. ANEXO 4 - MFV DA COLOCAÇÃO DAS REDES DE ÁGUAS COM A UTILIZAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO	82
V. ANEXO 5 – MFV DO CORTE E MOLDAGEM DO AÇO COM O MÉTODO PROPOSTO	83
VI. ANEXO 6 – MFV DA SUBSTITUIÇÃO DA CABLAGEM DA GARE FERROVIÁRIA SEM A UTILIZAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO	84
VII. ANEXO 7 - MFV DA SUBSTITUIÇÃO DA CABLAGEM DA GARE FERROVIÁRIA COM A UTILIZAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO	85

ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO 2.1 - LEAN VS. PMBOK.....	24
QUADRO 3.1 DESCRIÇÃO DAS OBRAS	32
QUADRO 4.1 CONCEITOS PMBOK UTILIZADOS DE DURAÇÃO	40
QUADRO 4.2 CONCEITOS DO PMBOK UTILIZADOS DE ACTIVIDADES	41
QUADRO 4.3 CONCEITOS DO PMBOK UTILIZADOS DE RECURSOS	42
QUADRO 6.1 PONTOS FORTES E FRACOS DO MÉTODO.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2-1 ÍCONES PROPOSTO POR ROTHER E SHOOK (2000)	11
FIGURA 2-2 FASES DA ELABORAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DO MFV	12
FIGURA 2-3 EXEMPLO DE UM MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR	13
FIGURA 2-4 ESQUEMA DE FLUXOS NA CONSTRUÇÃO (PICCHI 2003).....	16
FIGURA 2-5 ÁREAS DE CONHECIMENTO DO PMBOK	21
FIGURA 3-1 METODOLOGIA UTILIZADA NA DISSERTAÇÃO	30
FIGURA 3-2 VALIDAÇÃO	34
FIGURA 3-3 ANÁLISE, DISCUSSÃO DE RESULTADOS E CONCLUSÃO	36
FIGURA 4-1 <i>TEMPLATE</i> DE ELABORAÇÃO MFV	43
FIGURA 4-2 ETAPAS ENTRE MFV ACTUAL E FUTURO.....	46
FIGURA 4-3 PASSOS PARA A UTILIZAÇÃO DOS MÉTODOS PROPOSTOS	48
FIGURA 5-1 ALÇADO DO PRÉDIO ONDE FOI ELABORADO O MFV DA COLOCAÇÃO DOS TECTOS FALSOS	50
FIGURA 5-2 PORMENOR DA OBRA DE COLOCAÇÃO DO TECTO FALSO	51
FIGURA 5-3 GARE FERROVIÁRIA INTERVENCIONADA.....	52
FIGURA 5-4 MORADIA UNIFAMILIAR CHARNECA CAPARICA	53
FIGURA 5-5 PLANTA DA MORADIA	54
FIGURA 5-6 EXCERTO MFV COLOCAÇÃO DOS TECTOS FALSOS SEM O MÉTODO PROPOSTO	55
FIGURA 5-7 EXCERTO MFV COLOCAÇÃO DE TECTOS FALSOS COM O MÉTODO PROPOSTO	56
FIGURA 5-8 EXCERTO MFV REDES DE ÁGUAS SEM MÉTODO PROPOSTO	57
FIGURA 5-9 EXCERTO DO MFV DA REDE DE ÁGUAS COM A UTILIZAÇÃO DO MÉTODO.....	57
FIGURA 5-10 MFV INTEGRAL DA ACTIVIDADE DE AÇO SEM UTILIZAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO	58
FIGURA 5-11 EXCERTO DO MFV DA ACTIVIDADE DE AÇO UTILIZANDO O MÉTODO PROPOSTO.....	59
FIGURA 5-12 MFV DA SUBSTITUIÇÃO DA CABLAGEM SEM A UTILIZAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO.....	60
FIGURA 5-13 MFV DA ACTIVIDADE DE SUBSTITUIÇÃO DA CABLAGEM COM A UTILIZAÇÃO DE MÉTODO PROPOSTO	61

1. INTRODUÇÃO

Tal como se verifica em diversas indústrias, na indústria da construção civil existe uma grande preocupação ao nível da poupança, seja em termos de tempo e/ ou recursos. Neste sentido, e de forma a melhor gerir os desperdícios resultantes da actividade, tem-se vindo a desenvolver uma nova filosofia na área da construção civil – filosofia Construção Lean - que tem como principal objectivo a criação de fluxo e a eliminação de desperdícios. Esta filosofia requer uma ferramenta fundamental, denominada Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV).

1.1. Objectivo

O propósito desta dissertação prende-se com o estudo da adequabilidade da utilização do *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK) para elaboração de um MFV mais completo e eficaz. Para este efeito, o intuito é estudar casos específicos de obras de construção civil facilitando a percepção prática da teoria desenvolvida.

1.2. Justificação

Os processos envolvidos na indústria da construção são complexos. Para que um projecto seja concluído com sucesso, é necessário tomar certos tipos de medidas. Arquitectos, medidores orçamentistas, empreiteiros, subempreiteiros, fornecedores e engenheiros podem utilizar diferentes meios para transmitir a mesma informação. No entanto, e considerando que possam ter diferentes abordagens derivadas da sua especialidade, importa que consigam desenvolver um trabalho conjunto, que parta de pressupostos idênticos, que contribuam para o alcance dos resultados mais eficientes.

Devido à conjuntura da economia mundial existe a necessidade de mudança na gestão de obra e o paradigma que melhor se aplica a qualquer projecto é o paradigma Lean, como refere Heide-mann, Gehbauer (2010). Utilizando a abordagem Lean, os resultados do projecto serão positivamente influenciados por uma entrega de projectos de cooperação, nas áreas de tempo, custo e qualidade. Em qualquer abordagem Lean a um projecto é fundamental conhecer o estado actual de todo o processo, com o intuito de comparar, alterar e melhorar.

Para analisar o estado de qualquer actividade, conjunto de actividades ou processo a filosofia Lean propõe uma ferramenta cujo nome é Mapeamento do Fluxo de Valor. Esta ferramenta tem como objectivo avaliar todo o processo, em termos de tempo, recursos e materiais.

Apesar de o Mapeamento do fluxo de Valor ser fundamental para aplicar filosofias Lean a um projecto/actividade, não existe um procedimento que seja aceite por todos e que seja comum a todas as actividades. Por essa razão, a sinergia com o PMBOK tem um objectivo de padronização dos projectos, identificando processos, áreas de conhecimento, técnicas, regras e métodos, o guia pode ser uma

ferramenta muito importante para criar uma metodologia base, que é adaptável a cada actividade na elaboração do MFV.

Com o surgimento de uma metodologia base para criar um MFV apoiada no PMBOK, será mais fácil e rápido a elaboração do MFV, que levará a indústria a conseguir eliminar desperdícios e a criar novos procedimentos com uma rapidez superior.

Com esta nova abordagem sobre a elaboração do MFV, a indústria terá vantagens como:

- Facilitar a análise de desempenho nas vertentes temporal e custo, permitindo ao gestores de iniciativa tomadas de decisão assertivas em tempo útil;
- Aumentar a taxa de concretização das iniciativas de acordo com o planeado
- Contribuir para um maior sucesso na concretização das acções de melhoria contínua da empresa e aumentar a sua eficiência.

1.3. Organização da Dissertação

A dissertação está dividida em nove capítulos. De seguida é feita uma breve descrição dos mesmos:

Capítulo 1- Introdução: da introdução faz parte a hipótese de estudo, objectivo e justificação. Neste capítulo o principal objectivo é explicar a motivação para a elaboração da dissertação.

Capítulo 2- Estado do conhecimento: é feita a revisão bibliográfica da filosofia Lean e do PMBOK.

Capítulo 3- Metodologia: neste capítulo é apresentada a metodologia utilizada na dissertação e é apresentado o caso de estudo.

Capítulo 4- Proposta do Método: é feita a introdução do método que se vai implementar e quais são os seus objectivos.

Capítulo 5- Validação do método proposto: neste capítulo é implementado o método nos diferentes casos de estudo a fim de estudar a sua adequabilidade.

Capítulo 6- Análise da implementação do método de elaboração do MFV nas diferentes obras e discussão de resultados: neste capítulo são analisados os resultados da implementação do método nos diversos casos de estudo e discutida a sua adequabilidade à elaboração do MFV.

Capítulo 7- Conclusão: neste capítulo é realizado um resumo do estudo elaborado.

Capítulo 8- Bibliografia

2. ESTADO DO CONHECIMENTO

2.1. Filosofia Lean

2.1.1. Introdução

O conceito Lean surgiu no final da década de 40 no Japão, resultante da escassez de recursos e intensa competição no pequeno mercado automobilístico japonês dessa década. A partir das décadas de 60 e 70, Taiichi Ohno, líder da Toyota e responsável por o processo de melhoria nas fábricas da empresa, começa a partilhar os conceitos envolvidos nessa nova forma de produzir com outras empresas, quando elaborou manuais para os seus fornecedores (Liker 2005).

O conceito Produção Lean esteve limitado à produção no oriente, visto que em 1992 as empresas ocidentais chamadas à atenção por Womack et al (1992), devido à diferença de desempenho da Toyota e de outros fabricantes automóveis, começaram a adoptar políticas Lean.

Naquela época a baixa procura de automóveis contribuiu para que a indústria não tivesse condições para produzir em grandes quantidades. O facto de não ter capacidade para produzir em massa obrigou as empresas a adoptarem uma abordagem diferente. Assim, as empresas iniciaram uma nova forma de produção, levando a cabo novas técnicas e conceitos de forma a tentar eliminar todos os desperdícios possíveis.

Segundo Womack e Jones (2003) desperdício, significa qualquer actividade humana que absorve recursos, mas não cria valor. Shingo (1996) afirma que o Toyota *Production System* (TPS) baseia-se na eliminação contínua e sistemática de perdas (desperdício) nos sistemas de produção, visando eliminar custos desnecessários. Assim a Toyota procurou eliminar as insuficiências nas actividades de processamento, inspecção e transporte do seu sistema produtivo.

Numa segunda fase debruçou-se na problemática dos stocks a fim de eliminar a criação dos stocks intermédios e de produtos acabados ao longo do processo de produção (Womack et al, 1992).

2.1.2. Princípios que caracterizam a Produção Lean

Segundo Womack e Jones (2004), a Produção Lean tem cinco princípios básicos que definem as áreas mais importantes em que pode haver melhoria:

1. **Especificar o valor de cada produto a cada momento** - a partir da filosofia Lean, é o preço que o cliente está disposto a pagar pelo produto. O foco principal do pensamento Lean é a identificação do valor do produto que será produzido para o consumo de clientes específicos. Na maioria das vezes as empresas desenvolvem produtos específicos para clientes específicos, esperando que estes aceitem os seus produtos e mantenham a fidelidade à empresa;
2. **Identificar a cadeia de valor para cada produto** - é o conjunto de todas as acções específicas necessárias para se levar um produto específico a passar pelas três tarefas de gestão críticas em qualquer negócio: a tarefa de solução de problemas, a tarefa de gestão da informação e a tarefa da transformação física;
3. **Fluxo Contínuo** - Depois de identificado com exactidão o Fluxo de Valor dos produtos da empresa, ou seja, mapeado de forma que tenha sido possível identificar as etapas que não agregam valor, a próxima etapa é fazer com que fluam as etapas seleccionadas, criando um fluxo;
4. **Produção puxada pelo cliente em termos de valor do produto** - permitir que o cliente puxe o produto da empresa, ou seja, quando necessário, ao invés de empurrar os produtos (resultando em stocks indesejados), espera-se que o cliente faça o pedido. As demandas dos clientes tornam-se mais estáveis quando eles sabem que podem obter prontamente o produto desejado;
5. **Perfeição** - A empresa que consegue aplicar os quatro conceitos: Especificar o valor de cada produto a cada momento, identificação da Cadeia de Valor para cada Produto, Fluxo contínuo e Produção puxada pelo cliente em termos de valor do produto, começaram a identificar que os processos envolvidos em sua produção terão uma redução de tempo, esforço, custo e erros. O processo deverá ser contínuo para aproximar o produto acabado do desejo do seu cliente final. A intenção do pensamento Lean é que haja uma interacção entre os princípios, de forma a reduzir drasticamente os desperdícios dentro do processo produtivo. A interacção dos princípios deve ser incentivada sempre, resultando na garantia da melhoria contínua dentro dos processos da empresa.

A base do conceito do Lean Produção é a eliminação dos desperdícios dentro das empresas. Os desperdícios são as actividades que não agregam valor ao produto, do ponto de vista do cliente, mas são realizadas dentro do processo de produção. Ohno (1988), engenheiro e criador do TPS, descreveu, pela primeira vez, os sete tipos de desperdícios possíveis de serem encontrados dentro do processo produtivo:

1. **Perda por sobre produção** - perda oriunda da produção além da quantidade requisitada pelo mercado, gerando stocks e consumo excessivo de material;
2. **Perdas por tempo de espera** - caracterizam-se pelos períodos de tempo onde, por motivos diversos, homens ou equipamentos não estejam sendo utilizados de forma produtiva;
3. **Perda por transporte** - o transporte representa gastos de recursos financeiros e de tempo, mas não agregam valor ao produto. Considera-se transporte a deslocação de materiais de fornecedores até a empresa, da empresa até o cliente ou entre os departamentos da empresa;
4. **Perda por processo** - consiste na execução de actividades de processos desnecessárias para que o produto atinja as características desejadas pelo cliente. O processo de fabricação em si pode gerar perdas, como, por exemplo, retrabalhos;
5. **Perda por stock** - stocks excessivos podem aumentar o custo de um produto, além de ocupar espaço físico, exigir funcionários e sistemas de controlo;
6. **Perda por movimento** - pode-se dizer que “movimentar-se” não significa “produzir”. O *lay-out* do ambiente de trabalho pode exigir movimento excessivo de operadores, o que aumenta o custo de mão-de-obra no produto;
7. **Perda por produtos defeituosos** - quando um produto é rejeitado por apresentar defeitos ou por não atender às especificações de projecto, o tempo gasto na fabricação é uma perda. Ainda, quando um equipamento apresenta um defeito, o operador da estação de trabalho precisa aguardar o conserto, tendo o desenvolvimento de seu trabalho prejudicado.

2.1.3. Principais Ferramentas do Pensamento Lean

Segundo Giannini (2007), estas são as principais ferramentas do pensamento Lean:

1. **Setup rápido** - tem o objectivo de obter reduções drásticas no tempo requerido para a realização das actividades de setup em máquinas ou equipamentos que envolvem troca de ferramentas ou de materiais e que, portanto, implicam na necessidade de pará-las;
2. **Automação** - significa não apenas automatizar máquinas e equipamentos, mas também dotá-los de condições para que possam operar de forma mais autónoma;
3. **Tecnologia da Informação** - é o uso de sistemas informatizados e inovadores que servem de apoio às operações internas e externas tanto para transmissão de informação quanto

- para interface com clientes e fornecedores;
4. **Sistema *kanban*** - é qualquer mecanismo que comunique o momento para reabastecer ou produzir exactamente o que está sendo requerido e na devida quantidade, possibilitando que o fluxo de produção seja puxado;
 5. **Produção celular** - é a organização da produção em grupos de produtos e/ou peças que possuem afinidades relevantes e utilizam os mesmos recursos de produção, a fim de simplificar e racionalizar a programação da produção, as movimentações de materiais e o controle;
 6. **Operador polivalente** - é um conceito oposto ao conceito de especialização no trabalho, pois visa a não restringir o trabalho a tarefas específicas, simples, repetitivas e constantes no tempo, capacitando os operadores a executar uma variedade maior de tarefas, para que todos conheçam o processo como um todo. A produção Lean emprega trabalhadores multiqualeificados em todos os níveis da organização;
 7. **Autocontrole** - é a transferência de algumas decisões da média gerência ou da supervisão para a base da organização, promovendo também a responsabilidade da auto-inspecção com foco na qualidade e autonomia para resolver anomalias;
 8. ***Poka-yoke*** - está associado à ideia de prevenção de falhas por distração humana e ao ideal de produzir sempre com qualidade (defeito zero);
 9. **Nivelamento da produção** - procura manter o volume total produzido o mais constante possível, uniformizando a produção. O nivelamento da produção é aplicado para atender as variações de demanda;
 10. **Procedimento de trabalho padrão** - é a determinação de tarefas padronizadas para cada processo, para que o tempo de ciclo médio seja sempre seguido, assim como a quantidade de material a ser utilizado;
 11. **Produção em pequenos lotes** - tem o objectivo de produzir conforme a demanda, visando a eliminar perdas por superprodução e custos de stock, além de flexibilizar a produção. Baseia-se na troca rápida de ferramentas. A produção em pequenos lotes elimina os custos financeiros dos stock, além de permitir que o operador visualize os erros dos equipamentos quase que instantaneamente;
 12. **Controle visual do processo** - permite a rápida e clara visualização do andamento da produção para que a gestão do sistema seja mais ágil, através da apresentação de resultados parciais em murais para que todos os funcionários possam acompanhar o processo. Na Toyota, eram utilizados quadros *andon* (quadros electrónicos luminosos), para que todos os funcionários pudessem acompanhar o desempenho da produção;
 13. **Kaizen / melhoria de actividades** - são melhorias simples feitas pelos funcionários de linha de frente, orientadas para determinadas ocasiões onde existam perdas no processo. É possível atribuir aos trabalhadores pequenos reparos, controle da qualidade e, até mesmo,

reservar horários para que a equipe possa sugerir medidas para melhorar o processo;

14. **Manutenção autónoma** - em manufactura, a prática da manutenção autónoma pressupõe uma divisão adequada entre a produção e a manutenção e capacita os operadores a executar tarefas simples de manutenção e inspecção;
15. **Pré-processamento** - também chamado de “processamento paralelo”, é o tratamento de produtos que aguardam operações em stocks intermediários, para redução de tempo de ciclo (Shingo, 1996). Em serviços, fala-se em pré-processamento de clientes em filas de espera, para que possam adiantar o processo do serviço;
16. **Melhoramento por parte do cliente** - quando o cliente é co-produtor do serviço, ou seja, quando realiza actividades importantes para a prestação do serviço, tais como preenchimento de cadastros ou deslocamento de materiais, é fundamental que ele entenda o processo do qual participa e como deve exercer suas funções.

2.2. Construção Lean

A construção Lean é um capítulo da filosofia Lean aplicada à construção. Devido à singularidade da construção, os princípios da Produção Lean não podem ser aplicados directamente à construção. Por esta razão em surge este conceito, sendo o seu impulsionador Lauri Koskela.(Koskela 1992)

2.2.1. Princípios que caracterizam a Construção Lean

A Lean Construction tem os seus próprios princípios, mas que se baseiam na filosofia Lean, e segundo Koskela (1992) são: Eliminações das actividades que não acrescentam valor (desperdício);

- Consideração sistemática dos requisitos do cliente de modo a aumentar o valor final do produto;
- Produção de produtos uniformes, porque a variação na produção aumenta as actividades que não acrescentam valor;
- Redução do tempo de ciclos através de uma centralização da hierarquia organizacional;
- Simplificação da produção, eliminando passos ou procedimentos desnecessários;
- Flexibilização de toda a produção, através de equipas multi-especializadas para repetição de processos e modulação adaptável;
- Transparência nos processos facilitando o controlo por parte dos responsáveis, melhorando a performance dos trabalhadores;
- Controlo de todo o processo para optimização do fluxo de trabalho, através de equipas autónomas e planeamento a longo prazo com os fornecedores;
- Redução de desperdício e acréscimo de actividades que acrescentem valor ao produto final;
- Equilíbrio entre os processos de conservação e melhorias de fluxo, sendo que um fluxo melhorado origina menor investimento em equipamento;
- Análise SWOT da empresa.

Chitla (2002) definiu para a Construção Lean as seguintes características:

- Definição dos processos e objectivos para alcançar as necessidades e requisitos do cliente;
- Interacção entre as equipas de desenho de produto e as de execução de modo a fornecer mais valor ao produto;
- Possibilidade de alteração do trabalho ao longo da cadeia de produção de modo a produzir apenas a quantidade e produto necessário;
- Organização de todo o processo para aumentar o valor e reduzir o desperdício ao nível da execução;
- Melhoraria e actualização regular do planeamento para melhorar a performance a nível de projecto.

Como qualquer filosofia, a filosofia Lean tem como principal objectivo ir de encontro com às necessidades e dificuldades que uma indústria tem e sendo o controlo das actividades uma zona sensível da construção, Koskela (2000) definiu 5 princípios do controlo da produção:

- O trabalho realizado tem de estar de acordo com os projectos;
- Qualquer trabalho tem de estar medido e monitorizado;
- A não realização de um trabalho programado tem de justificada e atempadamente solucionada;
- No planeamento, os pré-requisitos das atribuições de tarefas estão activamente preparadas;
- Cada equipa tem um buffer para tarefas não atribuídas, inerentes a cada actividade.

Outro dos capítulos críticos da indústria da construção é o desperdício. Além dos sete tipos de desperdícios já referidos em 2.1.2, Koskela (2004) sugere um novo tipo de desperdício, making-do. Este tipo de desperdícios está relacionado com o início das tarefas sem todos os requisitos necessários à sua completa execução estarem disponíveis.

2.2.2. Ferramentas da Construção Lean

Apresentam-se a seguir algumas metodologias de aplicação Lean Construction e ferramentas básicas, sendo dado maior enfoque ao Mapeamento de Fluxo de Valor, aplicação usada neste trabalho.

2.2.2.1 *Mapeamento do fluxo de Valor*

O Mapeamento de Fluxo de Valor é uma aplicação comum da Construção Lean, que visa um dos princípios fundamentais do Pensamento Lean, a eliminação de tarefas que não agregam valor ao processo.

Esta ferramenta é suportada pelos esforços de atingir eficiência nos processos produtivos, através da redução de tempos de instalação. Tem como consequência o aumento da flexibilidade do processo e do produto final, a performance das equipas de trabalho e reduz tempos de ciclo, custos e inventários (Vonderembse et al., 2006). Enquanto uma boa parte das ferramentas existentes têm a preocupação de melhorar as actividades individualmente, o Mapeamento permite melhorar também as ligações entre elas, no sentido de criar valor e fazê-las fluir, desde os fornecedores até aos clientes finais.

Segundo Wilma (2007) citando Fontanini, (2004), existem vários tipos de relacionamento que os intervenientes num fluxo de valor devem ter, sendo os principais factores os seguintes:

- **Parceria** – avaliando os riscos e benefícios envolvidos entre comprador e fornecedor para a melhoria do desempenho de ambos e vantagem competitiva, relacionamentos cooperativos trazem benefícios mútuos, partilha de informação, acordos e cedência de especialistas do comprador para efeitos de formação e garantia de qualidade e conformidade no processo produtivo do fornecedor. A forma de realizar parcerias passa pelas seguintes fases: mútuo conhecimento, exploração, expansão, compromisso, dissolução;
- **Estabilidade nos relacionamentos** – contratos repetidos com os mesmos fornecedores a longo prazo cria estabilidade, que é conseguida a partir da confiança adquirida, podendo desta forma estabelecer acordos quanto a regras de preços, garantia de qualidade, direito de propriedade, encomendas e entregas;
- **Redução da base de fornecedores** – construção de uma base menor e mais dedicada de fornecedores de alta qualidade, tornando os relacionamentos mais próximos, o que facilita negociações em relação a qualidade, prazos e custos. A escolha desses fornecedores é baseada no relacionamento passado e no histórico de bom desempenho;
- **Democratização do poder de negociação do comprador e fornecedores** – o fornecimento pela filosofia Lean ainda é bloqueado pela relutância de grandes empresas que se recusam a perder o poder de negociação que têm sobre os fornecedores. Segundo a filosofia, os membros da cadeia de fornecimento deviam estabelecer protocolos com o objectivo de encorajar coope-

ração quando necessário. Essas regras dependem da forma como o poder é distribuído ao longo do fluxo;

- **Redução de custos** – divisão de ideias para a redução de custos pelas empresas parceiras. Os preços tendem a declinar nos anos seguintes devido aos ganhos com a performance da produtividade;
- **Fornecedores localizados próximos** – os fornecedores podem ser agrupados próximos ao comprador, de modo a facilitar o intercâmbio técnico e de informações relativas ao fluxo de valor envolvido, proporcionam ganhos consideráveis na logística e nos custos;
- **Aprendizagem mútua** – os especialistas dos compradores deviam fazer visitas periódicas às instalações dos fornecedores de forma a avaliar a qualidade e auxiliar na adequação de processos quando necessário. Devem ser asseguradas as capacidades dos técnicos do fornecedor para o cumprimento dos requisitos exigidos pelo comprador;
- **Esforço conjunto para redução de desperdícios** – significa garantir responsabilidades entre cada agente, reduzir a burocracia, garantir o apoio do comprador ao fornecedor na correção de eventuais problemas em relação à qualidade do produto;
- **Entregas e produção** – é necessário um estímulo para os fornecedores aplicarem o JIT, como as entregas no local de utilização (quando possível), em lotes pequenos, frequentes, no tempo requisitado, com programação inferior à capacidade plena, ordem e higiene;
- **Qualidade garantida** – a qualidade deve ser praticada desde a fonte, usando ferramentas e ideias Lean, como os 5W, *Poka-Yoke*, controlo estatístico de processos. Sendo cada agente responsável pelos próprios erros, tendo que garantir qualidade, prazo e custo. É necessário realçar as áreas críticas com o auxílio da empresa cliente, em busca das melhores soluções;
- **Criação de associações de fornecedores** – os fornecedores de materiais com características semelhantes deviam unir-se em associações para troca de experiências e produção de novas ideias beneficiando mais em conjunto que individualmente;
- **Melhoria contínua (Kaizen)** – o aprendizado contínuo proporciona redução de custos para todos os agentes. Os fornecedores e clientes devem ter capacidade de aperfeiçoamento de técnicas e expansão dos efeitos de melhoria dentro do fluxo.

O Mapeamento de Fluxo de Valor é uma ferramenta de “papel e caneta”, que se cria através de um conjunto de ícones, apresentados por Rother e Shook (1998).

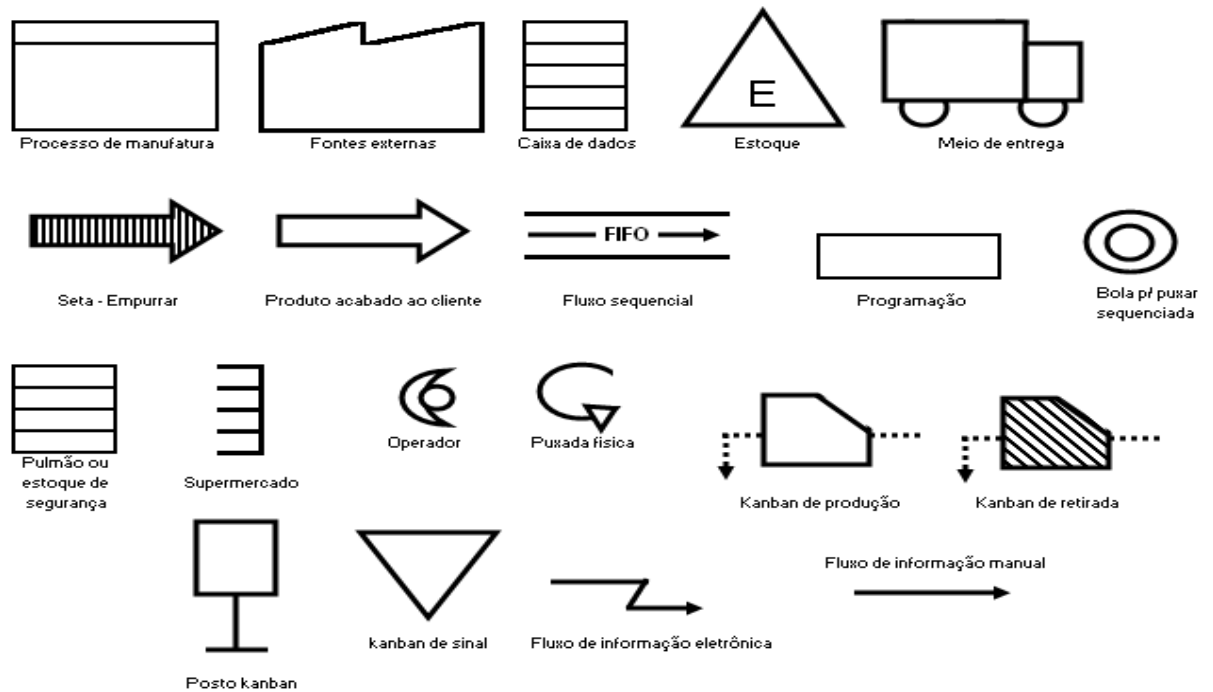


Figura 2-1 Ícones proposto por Rother e Shook (2000)

(Adaptado de Alves (2008))

O primeiro passo consiste na escolha do produto ou família de produtos em que se pretende implementar as melhorias, seguido da elaboração do desenho para o estado actual do fluxo, ou seja, como decorrem os processos na actualidade. A partir deste, faz-se uma análise em que se identificam as fraquezas e desperdícios. O último passo consiste na elaboração do mapeamento do estado futuro, que é um esquema de como o fluxo deve provir após a remoção dos processos ineficientes, tornando-se este mapa a base para as mudanças necessárias no sistema (Abdulmalek e Rajgopal, 2007).

Na figura seguinte está esquematizado a elaboração e implementação do Mapeamento do Fluxo de Valor.

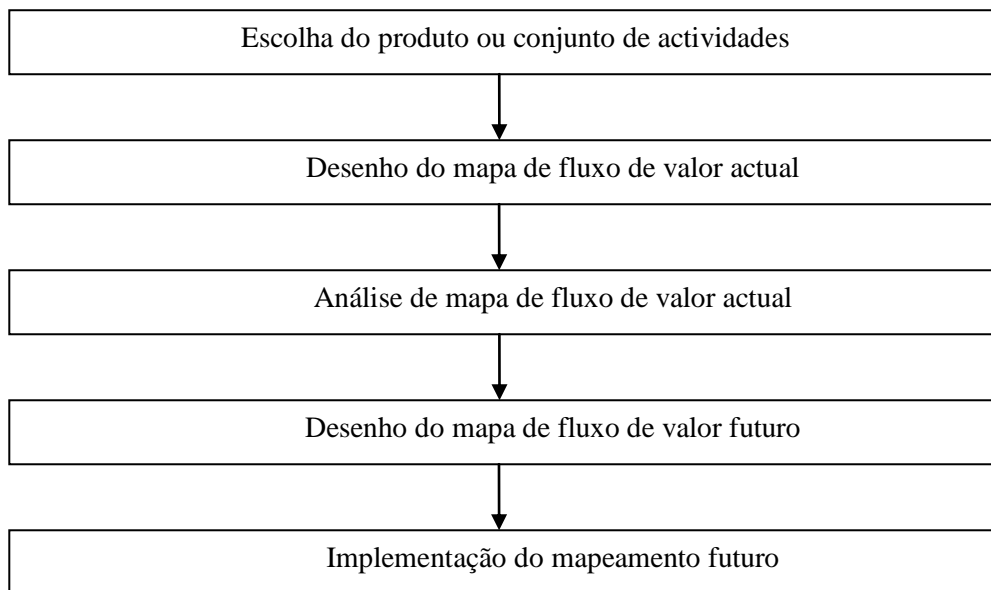


Figura 2-2 Fases da elaboração e implementação do MFV

Para se efectuar o desenho do Mapa de Fluxo de Valor, é necessário proceder à recolha de informação, que segundo Rother e Shook (2000, referenciados por Fontanini 2004) pode ser guiada pelas seguintes questões:

- a) **Qual o *Takt Time* mais próximo do cliente?** – *Takt Time* é o tempo disponível de trabalho dividido pelo volume de encomendas do cliente, ou seja, estipula o ritmo de produção para responder aos pedidos dos clientes (Womack e Jones, 2003);
- b) **Há necessidade de implantação de armazéns ao longo do processo?** – Os armazéns devem ser implementados nos pontos do mapa onde existem quebras de fluxo;
- c) **Existe possibilidade de utilização do fluxo contínuo?** – Os processos devem ser transformados em fluxo contínuo se os seus tempos de ciclo forem inferiores ao *Takt time*;
- d) **Em que ponto único da cadeia é possível programar a produção?** – Recomenda-se a escolha de um ponto para a programação do todo o processo, que regule o fluxo contínuo criado na etapa anterior;
- e) **É possível nivelar a produção num sistema *Pull*?** – Um nivelamento a partir do fluxo contínuo resulta na melhoria do *lead time*, qualidade e custo;
- f) **Que melhorias são necessárias ao processo para o fazer fluir conforme as especificações do projecto no estado futuro?** – As melhorias podem ser: redução de tempos de processamento; redução de lotes; eliminação de desperdícios entre processos através da implementação do sistema FIFO (*First in First out*); introdução de supermercado no início do processo

para reduzir *stocks* antes e entre processos; introdução de Kaizen para reduzir *lead times* em cada uma das fases; introdução do sistema *Kanban*. Estas melhorias devem ser desenhadas no mapa do estado futuro;

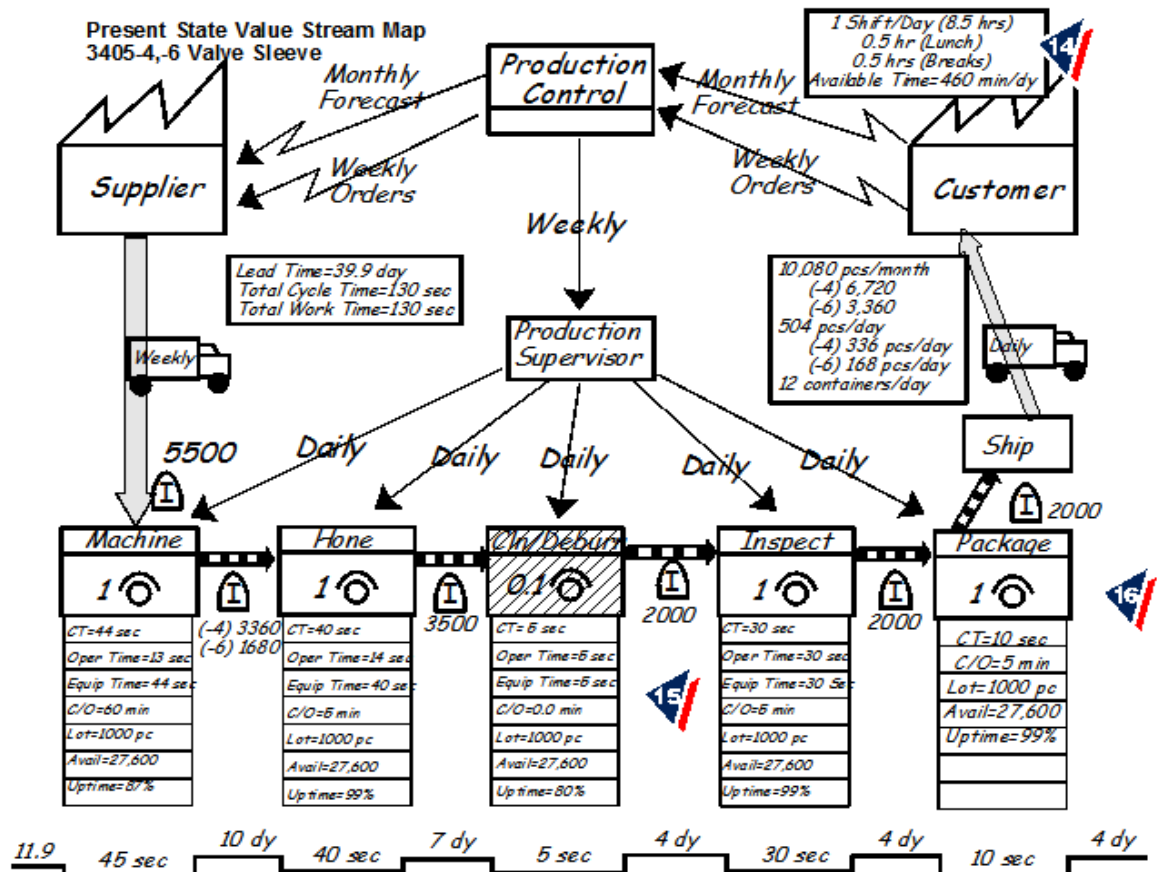


Figura 2-3 Exemplo de um mapeamento de fluxo de valor

(Adaptado de Strategos(2012))

2.2.2.2 Just In Time

Just in time (JIT) é a ferramenta base da TPS. O principal objectivo desta ferramenta é regular a entrega de materiais por parte dos fornecedores. Quando a entrega é feita atempadamente e em quantidades certas todo o processo corre como planeado, com fluxo constante e com reduções substanciais de stocks (Vrijhoef e Koskela, 2000). A sua aplicabilidade à Lean Construction está associada ao termo “puxar”, mas de maneira ligeiramente diferente porque não está só associado a materiais mas também a gestão da qualidade, espaço físico, projecto, organização e recursos humanos.

Segundo o trabalho de Corrêa e Giansi (1993), o JIT tem determinadas limitações: requer a procura estabilizada, podendo a redução de stocks tornar-se um problema se houver interrupções por motivos administrativos em qualquer dos agentes envolvidos.

Os requisitos para implementação do JIT numa organização, segundo os mesmos autores são:

- Compromisso dos quadros superiores;
- Implementação de medidas de avaliação de desempenho;
- Modificação da estrutura organizacional descentralizando o poder de decisão;
- Organização do trabalho: trabalho em equipa, comunicação, flexibilidade dos trabalhadores;
- Conhecimento dos processos e eliminação das tarefas que não agregam valor através do Mapeamento do Fluxo de Valor;
- Melhor relacionamento com os fornecedores para garantir padrão elevado de qualidade e entregas dentro do prazo.

Segundo Tommelein e Weissenberger (1999), o JIT quando é usado para descrever a entrega de materiais de construção, significa que estes serão conduzidos para a sua localização final e instalados imediatamente após a chegada sem permanecer armazenados, evitando atrasos no transporte do armazém ao local de trabalho.

2.2.2.3 *Percentagem de Planeamento Concluído (PPC)*

Percentagem de Planeamento Concluído é uma ferramenta que traduz o quociente entre o trabalho realizado por o trabalho planeado (Ballard 2004). Esta Ferramenta é traduzida pela seguinte equação:

$$PPC = \frac{\Sigma n^{\circ} \text{ de actividades realizadas}}{\Sigma n^{\circ} \text{ de actividades planeadas}} \times 100 (\%)$$

PPC reflecte a qualidade do planeamento e a eficácia das equipas de trabalho. Se o planeamento das actividades não é bem realizado o PPC não vai atingir os resultados desejados, ou seja 100%, assim como se as equipas não tiverem a produtividade desejada.

2.2.2.4 *5S*

5 S é uma ferramenta que procura a organização do espaço. 5 S são cinco palavras japonesas que começam com o som 's' (Womack e Jones, 2003);

- *Seiri* (senso de utilização) – Manter no espaço de trabalho apenas os materiais e ferramentas necessárias para a tarefa a executar nesse espaço, diminuindo assim a quantidade de obstáculos no estaleiro;

- *Seiton* (senso de organização) – Facilitar a identificação e localização das ferramentas e materiais necessários para a realização da tarefa, próximo do local de trabalho, evitando movimentos desnecessários;
- *Seiso* (senso de limpeza) – Manter o local o mais limpo possível, com todos componentes nos respectivos locais;
- *Seiketsu* (senso de padronização) – Padronizar as práticas de trabalho e a organização do espaço, conforme as regras anteriores;
- *Shitsuke* (senso de auto-disciplina) – Tornar as quatro regras anteriores num padrão, não permitindo o regresso aos velhos hábitos. No surgimento de nova ideia, permite revisão das outras regras.

2.2.2.5 *Last Planner*

Glenn Ballard em 1992 introduziu o conceito *Last Planner* como uma ferramenta Lean. Nos dias de hoje é uma das ferramentas lean mais utilizadas, pela sua eficácia na construção civil. O Last Planner é uma ferramenta que permite realizar o planeamento de curto e médio prazo dada a sua flexibilidade. O seu modo de funcionamento prende-se com a certeza que todas as necessidades de uma actividade estão disponíveis antes do início da mesma. Só com a garantia que todas as necessidades estão disponíveis é que se pode ter a certeza que a actividade vai decorrer com o fluxo pretendido e que vai cumprir os prazos planeados.

2.3. Conceito de Fluxo na Construção Civil

Existem diferenças entre o fluxo de produção na manufatura e na construção civil. Segundo Picchi (2001), na manufatura, pode-se definir o processo industrial em três fluxos bem caracterizados dentro de uma fábrica, de uma empresa, ou dentro de uma cadeia de valor: da necessidade do cliente ao lançamento; do pedido de fornecimento à produção e da entrega à reciclagem. Já na construção civil, o significado de cada fluxo deve ser interpretado para cada participante da cadeia de valor, da mesma forma que para o empreendimento como um todo (Picchi, 2000). De acordo com Picchi (2001), a construção civil pode ser analisada segundo cinco fluxos, representado na FIGURA 2.3.

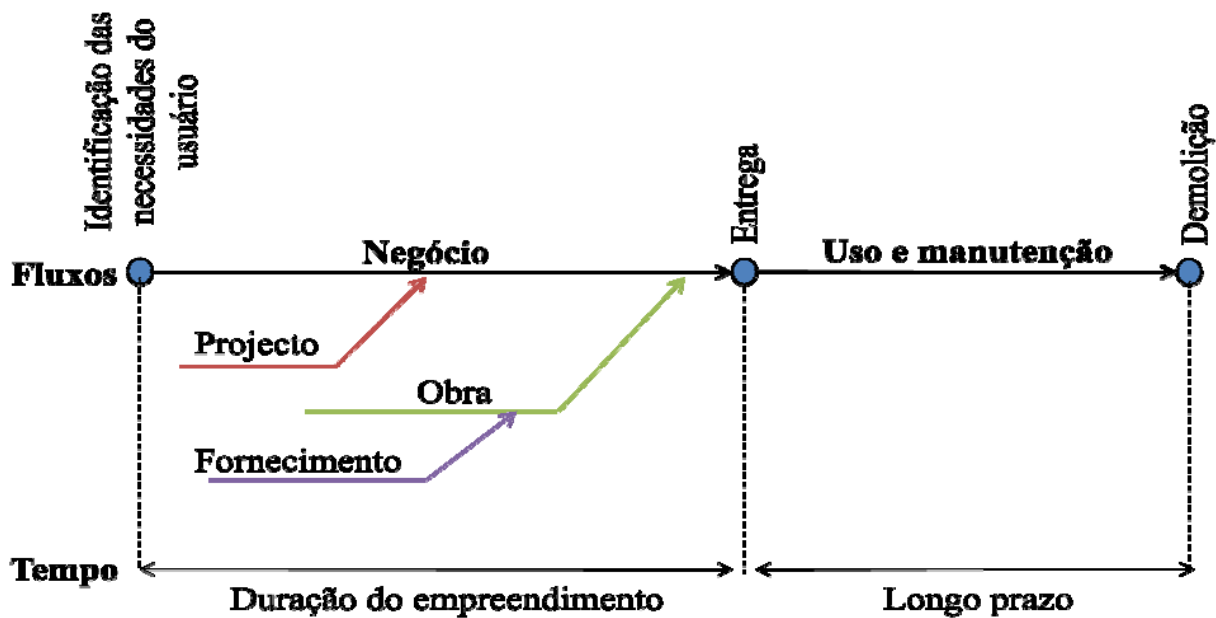


Figura 2-4 Esquema de fluxos na construção (Picchi 2003)

- **Fluxo do empreendimento** - envolve desde a identificação das necessidades, planeamento geral do empreendimento, contratação e monitorização do projecto e construção, recebimento da construção e entrega da mesma ao usuário final;
- **Fluxo de projecto** - em geral é liderado pelo arquitecto, e envolve o contratante e os demais projectistas como principais participantes;
- **Fluxo de Obra** – liderado pela empresa de construção, geralmente utilizando um elevado grau de subcontratação;
- **Fluxo de recursos** - envolve diversos produtos e serviços (materiais, componentes, aluguer de equipamentos, etc.) e é similar ao fluxo de suprimentos de empresas de manufatura;
- **Fluxo de Uso e Manutenção** – inicia-se após a entrega, e equivale ao fluxo de sustentação da manufatura. Este fluxo compreende uso, operação e manutenção, assim como reparo, reforma, remodelação e demolição. As empresas envolvidas neste fluxo são em geral diferentes das envolvidas nos fluxos anteriores à entrega da obra.

A separação entre os fluxos de projecto e obra não é tão clara como na manufactura. Mesmo no mercado de incorporação, no qual o produto tem que ser caracterizado no momento de lançamento, algumas actividades de projecto, tais como pormenores e desenhos de fabricação (ex: estruturas metálicas, esquadrias) sobrepõem-se às actividades de produção. Existem muitas diferenças entre o sector de construção e de manufactura: o longo prazo de duração do empreendimento, versus o curto e repetitivo ciclo de produção da manufactura, variabilidade de produto, número de agentes envolvidos na produção, entre outros.

2.4. Project Management Body of Knowledge

O livro *A Guide to the Project Management Body of Knowledge* ou Guia para o Conjunto de Conhecimentos de Gestão de Projectos é um marco na história da ciência de gestão de projectos. Mais conhecido como “PMBOK *Guide*”, é de autoria do *Standards Committee do Project Management Institute* – PMI e procura contemplar os principais aspectos que podem ser abordados na gestão de um projecto genérico. Não se trata de uma metodologia de gestão de projectos e, sim, de uma padronização, identificando e nomeando processos, áreas de conhecimento, técnicas, regras e métodos. O PMBOK foi reconhecido, em 1999, como um padrão de gestão de projectos pelo ANSI – *American National Standards Institute*.

O Guia PMBOK é o guia que identifica um subconjunto do conjunto de conhecimentos em gestão de projectos, que é amplamente reconhecido como boa prática, por isso, utilizado como base pelo *Project Management Institute* (PMI). Uma boa prática não significa que o conhecimento e as práticas devem ser aplicados uniformemente a todos os projectos, sem considerar se são ou não apropriados.

Segundo o PMI (todas as informações sobre conteúdo do guia têm como fonte PMBOK 2004, PMI) o Guia PMBOK também fornece e promove um vocabulário comum para se discutir, escrever e aplicar a gestão de projectos possibilitando o intercâmbio eficiente de informações entre os profissionais de gestão de projectos

O guia é baseado em processos e sub-processos para descrever de forma organizada o trabalho a ser realizado durante o projecto. Os processos descritos relacionam-se e interagem durante a condução do trabalho e a descrição de cada um deles é feita em termos de:

- Entradas (documentos, planos, desenhos etc.);
- Ferramentas e técnicas (que se aplicam as entradas);
- Saídas (documentos, produtos etc.)

2.4.1. Fases do PMBOK

O PMI divide o PMBOK em 5 fases distintas. De seguida são enunciadas as distintas fases e é feita uma breve descrição sobre cada uma delas.

2.4.1.1 Fase 1- Iniciação

A primeira fase da gestão de projectos é a fase de Iniciação. É durante este período inicial de que o objectivo do projecto é estabelecido. Durante a Fase 1, o gestor de projecto é escolhido e trabalha com as partes envolvidas, também conhecido como partes interessadas no projecto, para determinar totalmente a forma de medir o sucesso do projecto quando todo o trabalho estiver completo.

Isso permite que o gestor do projecto e os *stakeholders* do projecto (estas são as pessoas com um interesse investido no projecto) concordem com o objectivo do projecto. O objectivo final do projecto inclui os objectivos do projecto, orçamento, prazos e todas as outras variáveis que podem ser usados para medir o sucesso quando chegar a fase final, de encerramento.

Este documento inclui uma lista de objectivos e uma breve declaração, como uma declaração de missão, proporcionando uma meta global detalhada.

Durante a fase de início não é elaborada uma lista das tarefas que precisam acontecer para realizar seu objectivo total do projecto, mas sim uma lista de resultados finais. Alguns gestores de projecto estão em desacordo com esta abordagem argumentando que a fase de iniciação é exactamente onde se irá definir as tarefas do seu projecto e os marcos.

2.4.1.2 Fase 2- Planeamento

Muitas vezes, a mais demorada das fases da gestão de projectos, a fase de planeamento é onde é feita a base do projecto. Na Fase 1 - Iniciação, define-se o seu projecto de resultados, através da Carta de Projecto. Agora, na Fase 2 - Planeamento, cria-se uma lista de tarefas que precisam acontecer para que a meta ou metas sejam alcançadas.

Uma vez que se saiba o que precisa ser realizado, pode-se usar um calendário para determinar quando o trabalho deve ser concluído e uma lista de recursos para atribuir tarefas a pessoas específicas. As tarefas devem ser claras. Se uma tarefa não pode ser descrita em uma frase ou duas ou completados entre duas horas e duas semanas, deve-se dividi-la em duas ou mais tarefas menores.

2.4.1.3 Fase 3 - Execução

A terceira fase do PMBOK é a fase de execução (embora, nesta fase também pode ser referida como a fase de implementação). O nome da fase não é tão importante quanto o que acontece durante essa fase.

Durante a fase de execução, o seu melhor plano previsto da Fase 2 - Planeamento é colocado em acção. Enquanto a fase de planeamento pode levar uma quantidade considerável de tempo, dependendo de os produtos do projecto, a fase de execução pode demorar tanto ou mais do que a fase de planeamento. Este é também o momento em que se vai gastar a maior parte de capital e manter os seus recursos ocupados a executar o plano do projecto.

Durante a fase de execução, o gestor de projecto gasta uma quantidade considerável de tempo na comunicação certificando-se que os recursos (ou pessoas, equipamentos e materiais) estão disponíveis para executar as respectivas tarefas.

2.4.1.4 Fase 4 - Monitorização e controlo

Nas fases PMBOK de gestão de projectos, a terceira fase (execução) e da quarta fase (Monitorização e Controlo) muitas vezes consideram-se como se fossem uma e a mesma coisa. No entanto não são, embora estejam extremamente ligadas. Na verdade, às vezes é necessário quando se alcançar a fase quatro é necessário voltar à fase dois e começar a planear novamente.

2.4.1.5 Fase 5 - Fecho

Antes de as celebrações começarem, há alguns detalhes finais que precisam ser atendidos para que o projecto pode ser oficialmente encerrado. Esse é o propósito da fase final das fases da gestão de projectos - Encerramento.

Nesta fase é feita a comparação de resultados com a fase inicial, Iniciação. Só nesta fase do projecto e depois de feita a comparação de resultados com os propostos na primeira fase é que se pode aferir do sucesso do projecto

2.4.2. Áreas de conhecimento do PMBOK

Segundo o Guia PMBOK um projecto está dividido em várias áreas de conhecimento. De seguida estão referidas as áreas e nomeadas de 4 a 12, tendo cada uma vários itens. Os capítulos de 1 a 3, são a introdução, ciclo de vida de um projecto e processos de gestão de projectos de um projecto e não áreas de conhecimento descritas pelo guia.

4. Gestão da Integração – A gestão de integração do projecto inclui os processos e as actividades necessárias para identificar, definir, combinar, unificar e coordenar os diversos processos e actividades de gestão de projectos dentro dos grupos de processos de gestão de projectos. No contexto da gestão de projectos, a integração inclui características de unificação, consolidação,

articulação e acções integradoras que são essenciais para a conclusão do projecto, para atender com sucesso às necessidades do cliente e das partes interessadas e para gerir as expectativas;

5. Gestão do Âmbito – a gestão do âmbito do projecto inclui os processos necessários para garantir que o projecto inclua todo o trabalho necessário, e somente ele, para terminar o projecto com sucesso. A gestão do âmbito do projecto trata principalmente da definição e controlo do que está e do que não está incluído no projecto;

6. Gestão do Tempo – a gestão de tempo do projecto inclui os processos necessários para realizar o término do projecto no prazo;

7. Gestão dos Custos – a gestão de custos do projecto inclui os processos envolvidos de planeamento, estimativa, orçamentação e controlo de custos, de modo que seja possível terminar o projecto dentro do orçamento aprovado;

8. Gestão da Qualidade – a gestão da qualidade do projecto inclui os processos e as actividades da organização executora que determinam as responsabilidades, os objectivos e as políticas de qualidade, de modo que o projecto atenda às necessidades que motivaram sua realização. Este implementa o sistema de gestão da qualidade através da política e dos procedimentos, com actividades de melhoria contínua dos processos conduzidas do início ao fim, conforme adequado;

9. Gestão dos Recursos Humanos – A gestão de recursos humanos do projecto inclui os processos que organizam e gerem a equipa do projecto. A equipa do projecto é composta por pessoas com funções e responsabilidades atribuídas para o término do projecto. Embora seja comum falar-se de funções e responsabilidades atribuídas, os membros da equipe devem estar envolvidos em grande parte do planeamento e da tomada de decisões do projecto. O envolvimento dos membros da equipa desde o início acrescenta especialização durante o processo de planeamento e fortalece o compromisso com o projecto. O tipo e o número de membros da equipa do projecto muitas vezes podem mudar conforme o projecto se desenvolve;

10. Gestão das Comunicações – A gestão das comunicações do projecto inclui os processos necessários para garantir a geração, colecta, distribuição, armazenamento, recuperação e destinação final das informações sobre o projecto de forma oportuna e adequada. Os processos de gestão das comunicações do projecto fornecem as ligações críticas entre pessoas e informações que são necessárias para comunicações bem-sucedidas. Todos os envolvidos no projecto devem entender como as comunicações afectam o projecto como um todo;

11. Gestão de Riscos – A gestão de riscos do projecto inclui os processos que tratam da realização de identificação, análise, respostas, monitorização, controlo, e planeamento da gestão de riscos em um projecto. Os objectivos da gestão de riscos do projecto são aumentar a probabilidade e o impacto dos eventos positivos e diminuir a probabilidade e o impacto dos eventos adversos nos objectivos do projecto;

12. Gestão de Aquisições – A gestão de aquisições do projecto inclui os processos para comprar ou adquirir os produtos, serviços ou resultados necessários de fora da equipa do projecto para

realizar o trabalho. A gestão de aquisições do projecto inclui os processos de gestão de contratos e de controlo de mudanças necessários para administrar os contratos ou pedidos de compra emitidos por membros da equipa do projecto autorizados. A gestão de aquisições do projecto também inclui a administração de qualquer contrato emitido por uma organização externa (o comprador) que está a adquirir o projecto da organização executora (o fornecedor) e a administração de obrigações contratuais estabelecidas para a equipa do projecto pelo contrato.

A figura seguinte representa as diferentes valências do PMBOK em termos de áreas do conhecimento na gestão de projectos.

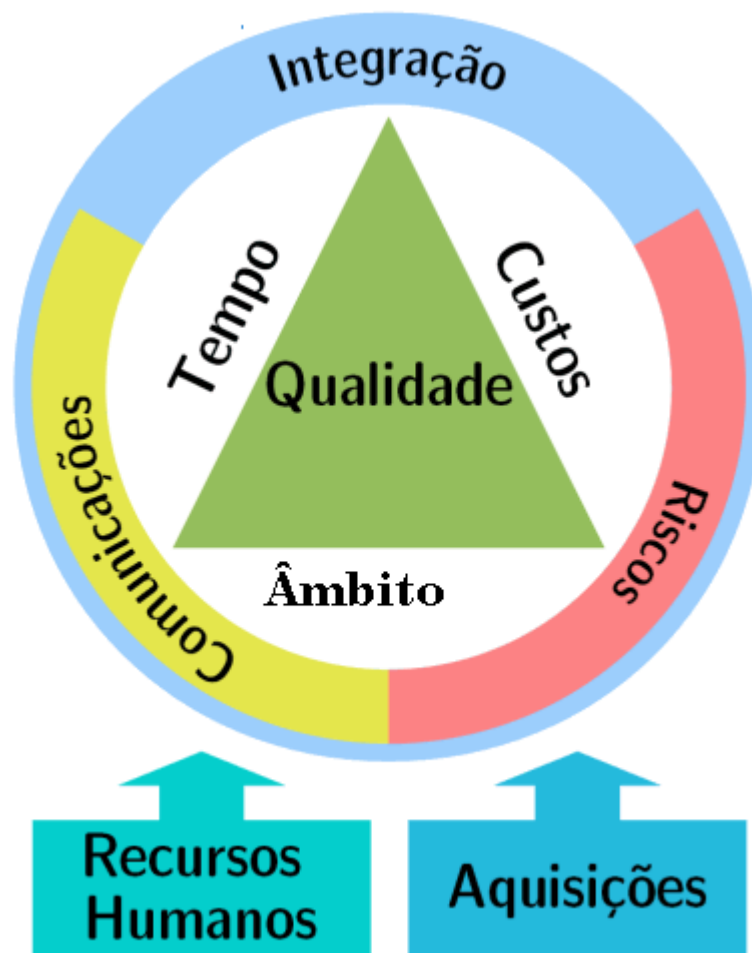


Figura 2-5 Áreas de conhecimento do PMBOK

(fonte: <http://www.mhavila.com.br>)

2.4.3. Conceitos fundamentais do PMBOK

Segundo o PMBOK um projecto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo. No entanto os projectos englobam-se em portfolios, que são um conjunto de projectos ou programas e outros trabalhos agrupados para facilitar a gestão eficaz desse traba-

lho a fim de atender aos objectivos de negócios estratégicos. Os projectos ou programas do portfólio podem não ser necessariamente interdependentes ou directamente relacionados.

Cada projecto está dividido em subprojectos. Subprojectos são uma parte menor do projecto total, criada quando um projecto é subdividido em componentes ou partes mais facilmente geridas. Os subprojectos são geralmente representados na estrutura analítica do projecto.

Estrutura Analítica do Projecto (EAP) é uma decomposição hierárquica orientada à entrega do trabalho a ser executado pela equipa do projecto para atingir os objectivos do projecto e criar as entregas necessárias. Cada nível descendente representa uma definição cada vez mais detalhada do trabalho do projecto. A EAP é decomposta em pacotes de trabalho. O pacote de trabalho inclui as actividades do cronograma e os marcos do cronograma necessários para terminar a entrega do pacote de trabalho. Para que o pacote de trabalho seja concluído é necessário completar as actividades, que é o nível inferior da estrutura analítica do projecto e é um componente de trabalho realizado durante o andamento de um projecto sendo trabalho um esforço, empenho ou exercício físico ou mental sustentado de habilidade para superar obstáculos e atingir um objectivo.

Na estrutura analítica do projecto é fundamental conhecer bem as actividades, seus custos, duração e recursos necessários para a sua conclusão. O PMBOK define alguns termos para clarificar e padronizar as componentes das actividades, como recursos que é recursos humanos especializados (disciplinas específicas individualmente ou em grupos ou equipas), equipamentos, serviços, suprimentos, materiais, orçamentos ou fundos, Atributos da actividade são vários atributos associados a cada actividade do cronograma que pode ser incluída na lista de actividades. Os atributos da actividade incluem códigos de actividades, actividades predecessoras, actividades sucessoras, relacionamentos lógicos, antecipações e atrasos, recursos necessários, datas impostas, restrições e premissas.

O custo é o valor monetário ou preço de uma actividade que inclui o valor monetário dos recursos necessários para realizar e terminar a actividade ou o componente ou para produzir o componente. Um custo específico pode ser composto de uma combinação de componentes de custo, inclusive horas de mão-de-obra directa, outros custos directos, horas de mão-de-obra indirecta, outros custos indirectos e preço de aquisição. Apesar de especificar custo o PMBOK também refere custo real que são os custos totais realmente incorridos e registados na realização do trabalho executado durante um determinado período de tempo para uma actividade do cronograma ou um componente da estrutura analítica do projecto. O custo real às vezes pode representar somente as horas de mão-de-obra directa, somente os custos directos ou todos os custos, inclusive custos indirectos. Esta diferenciação entre custo e custo real existe porque nem sempre o custo planeado é o custo que tem uma actividade, existem imprevistos que muitas vezes levam a que o custo esperado seja inferior ao custo real.

No que diz respeito à escala temporal o guia refere duração como número total de períodos de trabalho (sem incluir feriados ou outros períodos de descanso) necessários para terminar uma actividade do cronograma ou um componente da estrutura analítica do projecto. Normalmente expressa em dias ou semanas de trabalho. Como no custo, neste ponto também é diferenciado a duração da duração

real que é o tempo em unidades de calendário entre a data de início real da actividade do cronograma e a data dos dados do cronograma do projecto, se a actividade do cronograma estiver em andamento, ou a data de término real, se a actividade do cronograma estiver terminada.

Num projecto/obra em engenharia civil as entradas e saídas e entregas são fundamentais. O PMBOK define entradas como qualquer item, interno ou externo ao projecto, que é exigido por uma actividade antes que essa actividade continue, saídas são um produto, resultado ou serviço gerado por um processo, pode ser um dado necessário para um processo sucessor e uma entrega é qualquer produto, resultado ou capacidade para realizar um serviço exclusivos e verificáveis que devem ser produzidos para terminar um processo, uma fase ou um projecto.

A medição de desempenhos também é referenciada pelo guia e a linha de base da medição de desempenho é um plano aprovado pelos coordenadores do projecto em relação ao qual é comparada a execução do projecto e são medidos os desvios para controlo da gestão. A linha de base da medição de desempenho normalmente integra parâmetros de objectivo, cronograma e custo de um projecto, mas também pode incluir parâmetros técnicos e de qualidade e Relatórios de desempenho são documentos e apresentações que fornecem informações organizadas e resumidas sobre o desempenho do trabalho, cálculos e parâmetros de gestão de projectos e análises de andamento e progresso do trabalho do projecto. Formatos comuns de relatórios de desempenho incluem gráficos de barras, curvas S, histogramas, tabelas e diagrama de rede do cronograma do projecto mostrando a situação actual do cronograma.

O resultado é uma saída dos processos e actividades de gestão de projectos. Os resultados podem incluir efeitos (por exemplo, sistemas integrados, processo revisado, organização reestruturada, testes, pessoal especializado, etc.) e documentos (por exemplo, políticas, planos, estudos, procedimentos, especificações, relatórios, etc.).

2.5. Lean Construction e PMBOK

No quadro abaixo pode ver-se em que medida as ferramentas Lean e o guia do PMI podem interagir. Com a utilização de conceitos do PMBOK, a utilização das ferramentas fica muito facilitada visto que não existe espaço a dúvidas no que diz respeito ao que melhorar e ao que analisar.

Na tabela estão relacionadas as ferramentas Lean com as áreas do conhecimento do guia PMBOK que facilitam a sua utilização. A numeração da coluna do PMBOK faz parte da estrutura do PMBOK. Os conceitos com a numeração 6.X fazem parte do capítulo 6 do PMBOK. Esse capítulo tem o nome de Gestão do Tempo do Projecto e é inteiramente dedicado às definições e processos necessários para conclusão de actividades. O conceito com numeração 7.X faz parte do capítulo 7 do guia. Este capítulo tem o nome de Gestão dos Custos do projecto. Apesar de no MFV não ser fundamental a inclusão dos custos da actividade, estes podem ser transformados em horas de equipamento ou material e serem muito importantes para o mapeamento.

Quadro 2.1 - Lean vs. PMBOK

Lean	PMBOK
MFV	6.1 Definição da actividade 6.2 Sequência das actividades 6.3 Estimativa Recursos da actividade 6.4 Estimativa da duração da actividade 7.1 Estimativa de custos
Last Planner	6.1 Definição da actividade 6.3 Estimativa dos Recursos da actividade
PPC	6.1 Definição da actividade 6.5 Controlo do cronograma
JIT	6.1 Definição da actividade 6.2 Sequência das actividades 6.3 Estimativa Recursos das actividades

As ferramentas Lean que estão no quadro anterior são aquelas que melhor se adequam para a utilização da sinergia com o PMBOK porque necessitam de definições e conceitos bem definidos no guia. Todas essas definições são fundamentais para definir actividades e necessidades das mesmas, sequência de actividades e controlo das actividades por características a controlar ou a analisar.

2.5.1. MFV vs. PMBOK

Para elaborar um MFV é fundamental saber com precisão qual a actividade que vai ser realizada. O guia PMBOK tem a preocupação de definir a actividade assim como a sequência, recursos, duração e estimativas de custo. Só com estas variáveis bem conhecidas é que se pode comparar com o que realmente acontece durante a execução da tarefa, ver desvios e propor alterações de modo a conseguir um MFV do estado futuro.

- 6.1 Definição da actividade – identificação das actividades específicas do cronograma que precisam ser realizadas para produzir as várias entregas do projecto.
- 6.2 Sequencia das actividades – identificação e documentação das dependências entre as actividades do cronograma.
- 6.3 Estimativa de recursos da actividade – estimativa do tipo e das quantidades de recursos necessários para realizar cada actividade do cronograma.
- 6.4 Estimativa de duração da actividade – estimativa do número de períodos de trabalho que serão necessários para terminar as actividades individuais do cronograma.
- 7.1 A estimativa de custos da actividade do cronograma envolve o desenvolvimento de uma aproximação dos custos dos recursos necessários para terminar cada actividade do cronograma.

2.5.2. Last Planner vs. PMBOK

Com a definição da actividade e com a estimativa de recursos da actividade o PMBOK proporciona a utilização da ferramenta Last Planner. Sabendo as necessidades podemos planear atempadamente a sua chegada.

- 6.1 Definição da actividade – identificação das actividades específicas do cronograma que precisam ser realizadas para produzir as várias entregas do projecto.
- 6.3 Estimativa de recursos da actividade – estimativa do tipo e das quantidades de recursos necessários para realizar cada actividade do cronograma

2.5.3. PPC vs. PMBOK

Com a definição da actividade e com o controlo do cronograma previsto pelo PMBOK podemos saber qual a percentagem de trabalho realizado em relação ao planeado.

- 6.1 Definição da actividade – identificação das actividades específicas do cronograma que precisam ser realizadas para produzir as várias entregas do projecto.
- 6.5 Controlo do Cronograma – o desenvolvimento do cronograma do projecto, um processo iterativo, determina as datas de início e fim planeadas das actividades do projecto.

2.5.4. JIT vs. PMBOK

Com a sequência das actividades bem definida e a estimativa dos recursos bem realizada, ambas previstas pelo Guia do PMI, é possível que os recursos necessários a cada actividade só estejam disponíveis na quantidade certa, no local exacto e quando necessárias. Com as definições antes mencionadas a utilização da ferramenta Lean JIT fica muito facilitada.

- 6.1 Definição da actividade – identificação das actividades específicas do cronograma que precisam ser realizadas para produzir as várias entregas do projecto.
- 6.2 Sequencia das actividades – identificação e documentação das dependências entre as actividades do cronograma.
- 6.3 Estimativa de recursos da actividade – estimativa do tipo e das quantidades de recursos necessários para realizar cada actividade do cronograma.

2.5.5. PMBOK versus Construção Lean

Alguns autores conceituados na metodologia Lean afirmam que o PMBOK e a metodologia Lean não são compatíveis e que não se podem usar ao mesmo tempo.

Apresentam-se de seguida as principais críticas feitas por alguns autores da metodologia Lean ao PMBOK e ao seu método de abordar os projectos (adaptado de Junior e Wille, 2003).

- Como a gestão de projecto está baseada no método da conversão, não são reconhecidos os outros fenómenos além da simples transformação de input em output, entre os quais a inspecção, o transporte e a espera. (Howell e Koskela 2000);
- Por se tratar do método da conversão, o enfoque principal é sobre o output, não enfatizando o atendimento às necessidades dos clientes, nem tão pouco, otimizar os recursos. Desta maneira, a produção gerida da maneira convencional tende a tornar-se ineficiente (Howell e Koskela, 2000)
- O controlo pode levar à manipulação da acção, na medida em que, gestores de projetos realizem tarefas antecipadamente visando demonstrar maior valor agregado, mesmo que esta sequência não seja a ideal para a condução dos trabalhos, ou, até mesmo, venha a prejudicar etapas posteriores (Kim e Ballard, 2000 apud Koskela e Howell, 2000)
- O tipo de controlo proposto dificulta a colaboração entre as equipas de trabalho e, consequentemente, a melhoria do desempenho do projecto. Na maioria das vezes, cada equipa de trabalho de obras visa seus interesses em detrimento das necessidades dos outros. (Howell e Koskela 2000);
- O controlo praticado sobre as partes do projecto leva a uma interpretação errónea do desempenho. Muitas vezes, pequenos reparos em partes do trabalho levam a efeitos multiplicadores sobre o projecto como um todo (Friedrich et al., 1987 apud Koskela e Howell, 2002);
- O método de gestão sugere que o projecto é composto por uma série de actividades simples e sequenciais, quando na realidade elas são frequentemente interdependentes (Koskela e Howell, 2002);

3. METODOLOGIA

3.1. Introdução

A investigação em causa é de natureza aplicada, sendo que se baseia numa revisão teórica posteriormente aplicada a uma realidade prática num contexto real de obra. A natureza das questões de pesquisa e da informação pretendida é qualitativa, uma vez que se pretende uma abordagem descritiva, exploratória e interpretativa. O objectivo desta metodologia passa essencialmente pela investigação, compreensão e interpretação de uma realidade específica, que está sujeita às experiências e às percepções subjectivas dos participantes (Baranano, 2004).

O estudo de caso será o instrumento metodológico desta investigação, dada a sua natureza qualitativa. Este representa uma estratégia de pesquisa que, podendo ser exploratória, descritiva e explicativa, permite ao investigador encontrar respostas ao “porquê?” ou “como?”. É bastante vantajoso para compreender como determinados fenómenos sucedem, sendo que pressupõe uma visão detalhada de um contexto e permite apreender idiossincrasias e particularidades do mesmo (Baranano, 2004). O método de estudo de caso é particularmente indicado nesta pesquisa, uma vez que possibilita uma oportunidade para estudar um aspecto específico de um problema de forma ligeiramente aprofundada e num curto período de tempo.

Com base nos pressupostos anteriores a metodologia utilizada neste trabalho tem como objectivo o estudo das sinergias possíveis entre o PMBOK e a filosofia Lean.

Na figura seguinte está elaborado um esquema da metodologia usada nesta dissertação.

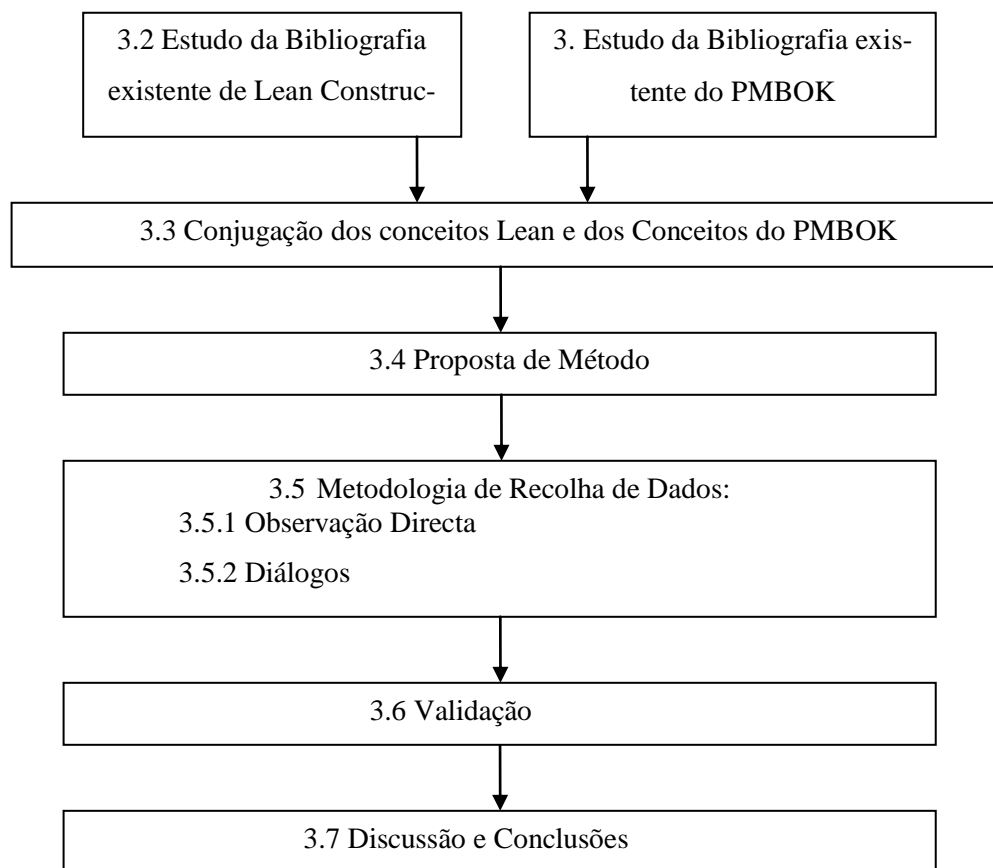


Figura 3-1 Metodologia utilizada na dissertação

3.2. Estudo da Bibliografia existente de Lean Construction e PMBOK

O objectivo do estudo da Bibliografia existente é conseguir uma base científica forte, com conhecimentos coerentes já demonstrados e comprovados por autores com créditos firmados.

A revisão bibliográfica foi efectuada em diversas bibliotecas *on-line*, sendo as que contribuíram mais foram o *International Group for Lean Construction (IGLC)*, *Lean Construction Institute (LCI)* e no *Project Management Institute (PMI)*.

Neste estufo foi iniciada a pesquisa das possíveis sinergias entre a filosofia Lean e o PMBOK. Esta pesquisa teve como principal fruto o conhecimento profundo da filosofia lean, e no PMBOK o conhecimento das propostas do guia em relação à gestão do tempo das actividades.

Sendo o MFV a ferramenta fundamental da filosofia Lean, procurou-se aprofundar ao máximo o conhecimento sobre esta ferramenta e no PMBOK o conhecimento do capítulo 6, por este ser exclusivamente dedicado à gestão do tempo do projecto. Durante esta revisão foi possível observar que no PMBOK existe uma grande preocupação da temática de gestão do tempo do projecto e por consequência das actividades.

3.3. Conjugação dos conceitos Lean e dos Conceitos do PMBOK

A conjugação de conceitos Lean com o guia tem como objectivo compreender as sinergias possíveis entre as duas áreas. Depois de realizada a revisão bibliográfica foi possível observar que com a preocupação de eliminar desperdícios por parte da filosofia Lean e a descrição exaustiva das actividades prevista pelo PMBOK, leva a que a filosofia Lean e o guia se complementem. Isto é, o PMBOK descreve as actividades com o objectivo de as conhecer o mais profundamente possível e a filosofia Lean com esse conhecimento profundo das actividades propõem melhoria às mesmas. A conjugação dos conceitos levou ao MFV, mais concretamente à necessidade de um método padronizado de elaboração do mesmo.

3.4. Proposta de um Método de Elaboração do MFV

A proposta de um método para a elaboração do MFV tem como objectivo a padronização dos mesmos e aumentar a sua eficácia. A padronização é conseguida por serem usados conceitos descritos no PMBOK e por ser proposto um método simples para a sua realização e o aumento da sua eficácia é conseguida por não haver desperdício de tempo na sua realização, ou seja é fácil e rápido a execução de um mapeamento e também por se analisarem MFV sempre com as mesmas características ao nível da descrição de actividades.

Este método proposto tem como objectivo ser o mais abrangente possível (em qualquer tipo de obras de construção civil) e que seja facilmente utilizado por intervenientes nas diversas áreas da construção.

3.5. Metodologia de Recolha de Dados

A metodologia de recolha de dados foi assente especialmente na observação directa e em entrevistas informais com os diversos intervenientes na obra.

3.5.1. Observação Directa

A observação foi realizada em quatro obras de construção civil. Esta observação teve como objectivo a análise dos procedimentos executados e as práticas correntes ao nível da elaboração do MFV. As quatro obras em que foram realizadas as observações têm carácter diferente, por serem obras novas ou obras de reabilitação e por serem obras de diversas áreas da construção. De seguida está um quadro explicativo das diversas obras e dos períodos em que foi realizada a observação.

Quadro 3.1 Descrição das Obras

Obra	Local	Características	Período
Colocação de tecto falso	Lisboa (Campo de Ourique)	Reabilitação	8-11-2011 a 15-12-2011
Corte e moldagem de aço	Charneca da Caparica	Construção nova	12-9-2011 a 30-10-2011
Substituição das redes de águas de I.S.	Lisboa (Ajuda)	Reabilitação	10-11-2011 a 28-11-2011
Substituição da cablagem de estação ferroviária	Marquem Sul do Tejo (Almada)	Reabilitação	5-9-2011 a 23-9-2011

3.5.2. Diálogos

Os diálogos realizados com os responsáveis pelas obras em análise ou ao responsável por os trabalhos analisados foram de cariz informal. Os diálogos tiveram como objectivo a análise do conhecimento da filosofia Lean dos engenheiros responsáveis. Não existia um guião visto que o objectivo destes diálogos era saber até que ponto estavam à vontade com a elaboração do MFV e numa fase final quais foram as dificuldades na elaboração do MFV com e sem a sinergia com o PMBOK.

Na sequência dos diálogos, foi possível constatar que todos os intervenientes nas obras tinham dificuldades na elaboração de MFV. Na elaboração do MFV por parte dos engenheiros, a maior dificuldade era a estruturação dos mapeamentos. Estruturação, neste caso é, quais as informações necessária para descrever cada actividade e qual a melhor maneira de apresentar o mapeamento (template).

Os diálogos foram realizados com directores de obra ou adjuntos de directores de obra. Todos os intervenientes nos diálogos eram engenheiros civis de formação académica.

Foi possível observar que todos tinham conhecimentos sobre a filosofia lean, Os engenheiros das obras de corte e moldagem do aço, substituição das redes de águas e da substituição da cablagem tinham um conhecimento muito mais profundo sobre a temática lean em relação ao engenheiro da obra de colocação dos tectos falsos.

Em relação ao PMBOK nenhum tinha conhecimento do guia, facilmente explicado por não ser um instrumento utilizado na engenharia, mas sim gestão. O desconhecimento do guia por parte dos engenheiros, não foi visto como um problema porque o PMBOK teve um papel de padronização dos conceitos que são utilizados no método, e não um papel de utilização base de elaboração do MFV

3.6. Validação

A validação do método de elaboração do MFV tem como objectivo saber qual a eficácia (dificuldades e mais-valias) da utilização do método na elaboração do MFV. Na validação deste método optou-se por utilizar o método em quatro obras de construção civil.

Em primeiro lugar foi explicado aos intervenientes na obra (engenheiros responsáveis) qual o propósito de estudo, mas sem mostrar o método proposto para não influenciar a elaboração do MFV sem a sinergia com o PMBOK.

Depois de realizado o MFV, sem o auxílio do método proposto, por os intervenientes na obra das diversas actividades, foi dado a conhecer o método proposto. A validação será realizada com a elaboração dos MFV com o auxílio do método proposto. Aquando da apresentação do método proposto, foi explicado todos os conceitos presentes no método exactamente da mesma forma que estão descritos neste trabalho.

Foram realizados dois mapeamentos em cada caso de estudo, um com o auxílio do método proposto e outro sem o auxílio do mesmo. A comparação na realização dos mapeamentos é possível, apesar de serem realizados em espaços temporais diferentes, porque as obras tinham características que o permitiram.

Cada obra tinham uma serie de procedimentos que eram repetitivos, eram realizados em espaços temporais diferentes as mesmas actividades. Na obra de colocação de tectos falsos existiam duas zonas distintas, que a colocação dos tectos falsos foi realizada separadamente.

Na obra em que foi feito o MFV do corte e moldagem do aço, a separação deveu-se a realizar-se o mapeamento de duas moradias contíguas exactamente iguais, ou seja as características e condições de realização eram as mesmas.

Na actividade de substituição das redes de águas é possível elaborar os mapeamentos de fluxos de actividades com as mesmas características em espaços temporais diferentes por foram realizados mapeamentos a instalações sanitárias idênticas mas de pisos diferentes.

Foi realizada a substituição das cablagens em duas estações ferroviárias, o que possibilitou a elaboração de dois mapeamentos, de actividades com as mesmas características mas em espaços temporais diferentes.

Em suma, a validação do método teve como principal preocupação a elaboração de mapeamentos de actividades idênticas, em termos de durações e características, mas espaços temporais diferentes e assim compreender as diferenças entres os mapeamentos, não sendo estes influenciados pela própria actividade.

De seguida está uma figura ilustrativa da forma como é realizada a validação neste estudo.

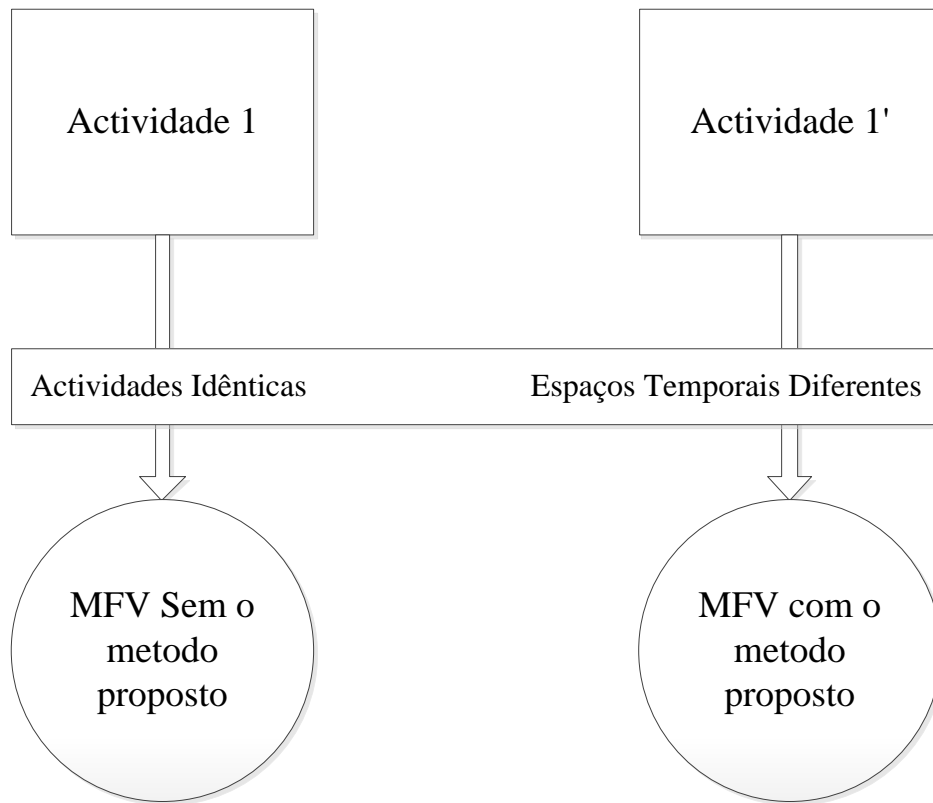


Figura 3-2 Validação

3.7. Análise, Discussão de Resultados e Conclusões

A análise, discussão de resultados e conclusões tem o intuito de estudar os resultados obtidos, a eficiência do método e qual a utilidade real para os gestores, concluindo se é possível a aplicação do método na indústria da construção.

Os resultados obtidos provêm das dificuldades descritas pelos intervenientes que elaboraram os MFV com e sem a sinergia, das vantagens sentidas por estes e pela análise dos mapeamentos elaborados com e sem o método proposto.

Depois da elaboração de cada mapeamento por parte dos responsáveis de actividade/obras foi realizada uma lista com as dificuldades na sua concretização e quais as vantagens da utilização do método proposto. Deste modo existe uma base comparativa entre as diferentes percepções dos diferentes casos analisados, e assim pode-se fazer uma análise comparativa e retirar relações da eficácia do método proposto.

Cada par de mapeamentos também foi analisado com o objectivo de estudar e compreender as diferenças entre o mapeamento com o método proposto e sem o método proposto. Assim além de se estudar as percepções de intervenientes em obra também é realizado um estudo comparativo por parte do autor deste estudo.

Depois de realizada a análise dos resultados provenientes, tanto das dificuldades, vantagens e desvantagem da utilização do método descritas pelos engenheiros e pela análise dos mapeamentos realizados com e sem a utilização da sinergia é realizada a discussão dos resultados e consequente conclusão do resultado do estudo.

Na figura seguinte é descrito através de um diagrama a forma como foi elaborada a análise, discussão de resultados e conclusão.

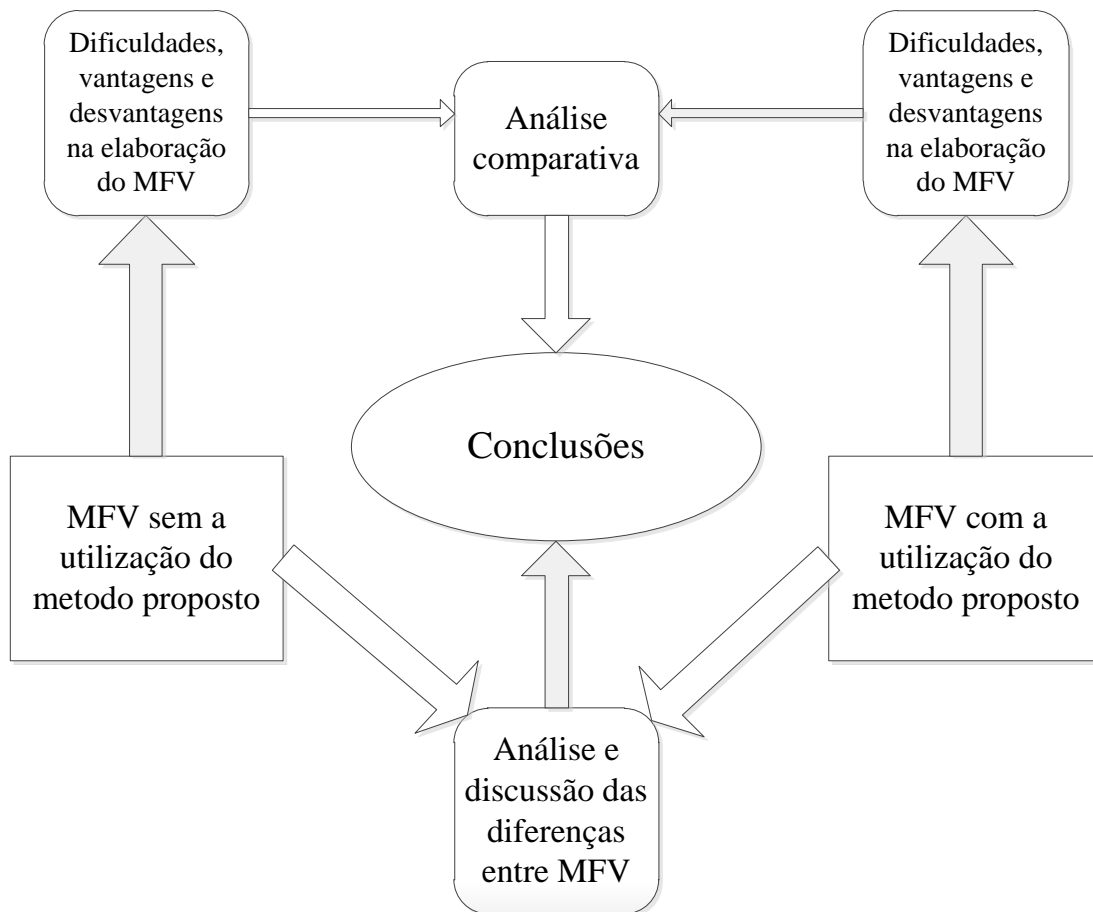


Figura 3-3 Análise, discussão de resultados e conclusão

Na figura anterior pode-se observar que as conclusões têm duas fontes, ou seja, uma parte vem da análise comparativa das dificuldades, vantagens e desvantagens na elaboração do mapeamento e a outra parte advém do estudo das diferenças dos MFV.

4. PROPOSTA DE MÉTODO DE ELABORAÇÃO DE MFV

Neste capítulo pretende-se apresentar um método para a elaboração do MFV que demonstre os dos benefícios do sistema de gestão *Lean* aliado a conceitos do PMBOK, quando aplicado ao sector da construção civil, mais concretamente a elaboração do MFV.

O sistema *Lean* possui diversas ferramentas com potencialidade para resolver os problemas que recaem sobre o sector da construção, sendo necessária a sua adaptação à situação actual existente nas empresas e criando um mecanismo de melhoria contínua com vista a atingir um estado ideal.

A melhoria contínua tem de se iniciar no planeamento da elaboração do próprio MFV até a conclusão da actividade. O método proposto neste trabalho tem como principal função a melhoria continua na elaboração do MFV e consequentemente na actividade global da empresa.

A melhoria contínua na elaboração do MFV começa no planeamento da sua elaboração, ou seja, na fase em que se escolhe as actividades analisar, as métricas a mapear e se define onde começa e acaba o mapeamento.

Depois de escolhidas as métricas a analisar e onde começa e acaba o mapeamento a elaboração do MFV nem sempre é simples, especialmente em casos complexos com muitas actividades em que não estão bem definidas. Assim surge os conceitos aplicados pelo PMBOK para padronizar as métricas a analisar, e facilitar a elaboração do MFV. O método proposto tem o objectivo de ser um contributo muito importante para os gestores de projecto, visto que se pode conhecer e melhorar com maior rapidez as actividades da obra em curso e da empresa.

Para os gestores do projecto ou para os responsáveis da obra/directores de obra conseguir ter mapeamentos assentes em premissas iguais, com *templates* iguais e com análise de métricas iguais é fundamental para se conseguir uma melhoria continua em todas as actividades passando do MFV actual para o MFV futuro com maior eficácia.

Depois do estudo realizado no capítulo do estado do conhecimento, neste capítulo, com a aplicação de conceitos do PMBOK e usando a filosofia *Lean*, vai definir-se um método para a elaboração do MFV actual e futuro, de fácil aplicação e compreensão.

4.1. O porquê da escolha do PMBOK

A escolha do PMBOK para o auxílio na elaboração do MFV, tem como principal justificação, o PMBOK ser um guia de gestão de projectos elaborado pelo PMI, que tem mais de 500 000 profissionais certificados e está em mais de 177 países, e é a base da para a gestão de projectos segundo PMI.

Por esta grande proliferação do guia PMBOK, e por tratar de projectos numa perspectiva global, esta sinergia tem como principal objectivo a padronização dos conceitos na elaboração do MFV, permitida pelo conhecimento global do guia.

Esta padronização é mais fácil de obter e compreender por parte dos gestores de cada processo visto que estes conceitos já são mundialmente conhecidos e já está comprovada a sua eficácia na gestão de projectos.

4.2. Objectivos do método

O método que vai ser proposto tem como principal objectivo a elaboração do MFV que seja utilizável por todos os gestores de construção e que consiga abranger um grande leque de obras de engenharia civil.

Objectivos do método:

- Elaboração rápida e eficaz do MFV – conseguir uma rápida aplicação do MFV sem haver dúvidas na sua elaboração;
- Aplicável a um grande número de projectos/obras/actividades – o método é tanto melhor quanto maior for o seu âmbito de aplicação, e mais pessoas em diferentes tipos de actividades o conseguirem utilizar;
- Fácil utilização por parte dos gestores da construção – tem de ser acessível a todos os intervenientes da gestão e direcção de obra;
- Passagem de MFV actual para MFV futuro com critérios definidos – conseguir com passos bem definidos elaborar o MFV futuro;
- Planeamento na elaboração do MFV – planejar o MFV de modo a conseguir seguir todos os passos importantes das actividades em que se vai elaborar o MFV
- Fluxo na elaboração do MFV – se se conseguir fluxo na elaboração do MFV estamos a tornar uma ferramenta Lean mais Lean, ou seja estamos a eliminar desperdício.

4.3. Método para a elaboração Mapeamento de Fluxo de Valor Actual utilizando conceitos do PMBOK

O método proposto nesta dissertação para a elaboração dos MFV tem como base os conceitos do PMBOK descritos nos quadros seguintes (4.1, 4.2 e 4.3) com o objectivo de padronizar a elaboração e consequentemente o próprio MFV.

O método proposto tem como base a elaboração proposta por Shook e Rother (1998), mas com o objectivo de o complementar e padronizar a elaboração do MFV. O método proposto por Shook e Rother é aberto, ou seja, apresenta uma base ampla e aberta, mas sem concretizar ao pormenor a elaboração do MFV. Assim o método propõe a concretização (base fechada e concreta) da elaboração de um MFV em engenharia civil.

Os conceitos são muito importantes para padronizar os elementos necessários para a elaboração no MFV. Assim aparece um documento que serve de suporte para a elaboração do MFV na maior parte das obras de engenharia civil, e que também é facilmente compreendido por qualquer gestor com maior ou menos ligação à área da construção.

Este método também tem como objectivo ir de encontro com as críticas feitas por Howell Koskela (2000), Koskela e Howell (2000), Kim e Ballard (2000), no que diz respeito ao PMBOK, e por sua vez às críticas da sua utilização, todos eles investigadores do IGLC, já referidas no capítulo do estado do conhecimento, tentando ultrapassá-las.

Em cada actividade é necessário conhecer ao pormenor todos os seus atributos, durações, necessidades e rendimentos para poder elaborar um MFV actual. Com estes conceitos do guia PMBOK que são reconhecidos mundialmente (PMI) e de fácil compreensão para a maior parte dos gestores e não só pelos gestores da construção, torna-se mais fácil a sua utilização.

O fluxo de trabalho representa a grande mudança proposta por Koskela (1992) na construção civil. Sendo o fluxo uma peça chave da Lean Construction, e o MFV é a base para a proposta de melhoria de qualquer actividade, é fundamental este, o fluxo, estar presente na elaboração do MFV actual. Como o próprio nome diz, mapeamento do fluxo de valor, o fluxo tem de estar presente no mapa.

Só com o fluxo representado num conjunto de actividades interdependentes é que se pode fazer uma melhoria ampla e eficaz na obra. Com a melhoria de uma actividade isolada e não tendo em conta actividades predecessoras e sucessoras, não fica garantida uma melhoria global e só fica garantida uma melhoria local, visto que a melhoria de essa actividade independente pode prejudicar actividades que se localizem antes ou depois no mapa.

Assim na proposta de método existem os caminhos para as actividades precedentes e sucessoras de maneira a se conseguir o conhecimento de um conjunto de actividades e propor melhoria para a globalidade destas.

No método é também proposto um código para cada actividade, algo que não era normal nos MFV convencionais. O código da actividade tem o objectivo de num mapa ser facilmente encontrada a actividade e de se conseguir identificar as actividades não pelos seus nomes mas sim por um código, sendo mais fácil a troca de informação entre os intervenientes.

Em termos mais genéricos este método pode também facilitar a utilização de outras ferramentas Lean. Uma das ferramentas Lean que pode ser facilitada a sua utilização é a JIT. Com a elaboração de um MFV actual e com o MFV futuro, para qualquer gestor com este mapa fica substancialmente mais fácil a visualização das necessidades de cada actividade e das actividades adjacentes para manter os fluxos pretendidos, para dar uma resposta mais positiva em termos de desperdícios de tempo, equipamentos, materiais e operários.

De seguida são expostos os conceitos retirados do guia PMBOK para a elaboração do método, agrupados em áreas distintas pela sua natureza em relação a actividade, durações, fornecedores, recursos e outros.

No quadro seguinte estão os conceitos de duração retirados do PMBOK e que serão usados no método proposto nesta dissertação.

Quadro 4.1 Conceitos PMBOK Utilizados de Duração

Duração	Duração (DU ou DUR) Número total de períodos de trabalho (sem incluir feriados ou outros períodos de descanso) necessários para terminar uma actividade do cronograma ou um componente da estrutura analítica do projecto. Normalmente expressa em dias ou semanas de trabalho. Às vezes, é incorrectamente equiparada ao tempo decorrido
	Duração da actividade. O tempo em unidades de calendário entre o início e o término de uma actividade do cronograma
	Atraso. Uma modificação de um relacionamento lógico que gera um atraso na actividade sucessora. Por exemplo, uma dependência do tipo término para início com atraso de 10 dias, a actividade sucessora só pode iniciar 10 dias após a actividade predecessora ter terminado
	Tempo de permanência (TP) – duração em que os recursos estão alocados à actividade
	Tempo de realização da actividade (TRA) - duração em que os recursos estão realmente a criar valor na actividade

No quadro seguinte estão todos os conceitos retirados do guia, para identificar as actividades a todos os níveis. Com os conceitos descritos abaixo, qualquer pessoa da estrutura da obra pode identificar e saber todos os atributos das actividades.

Quadro 4.2 Conceitos do PMBOK Utilizados de Actividades

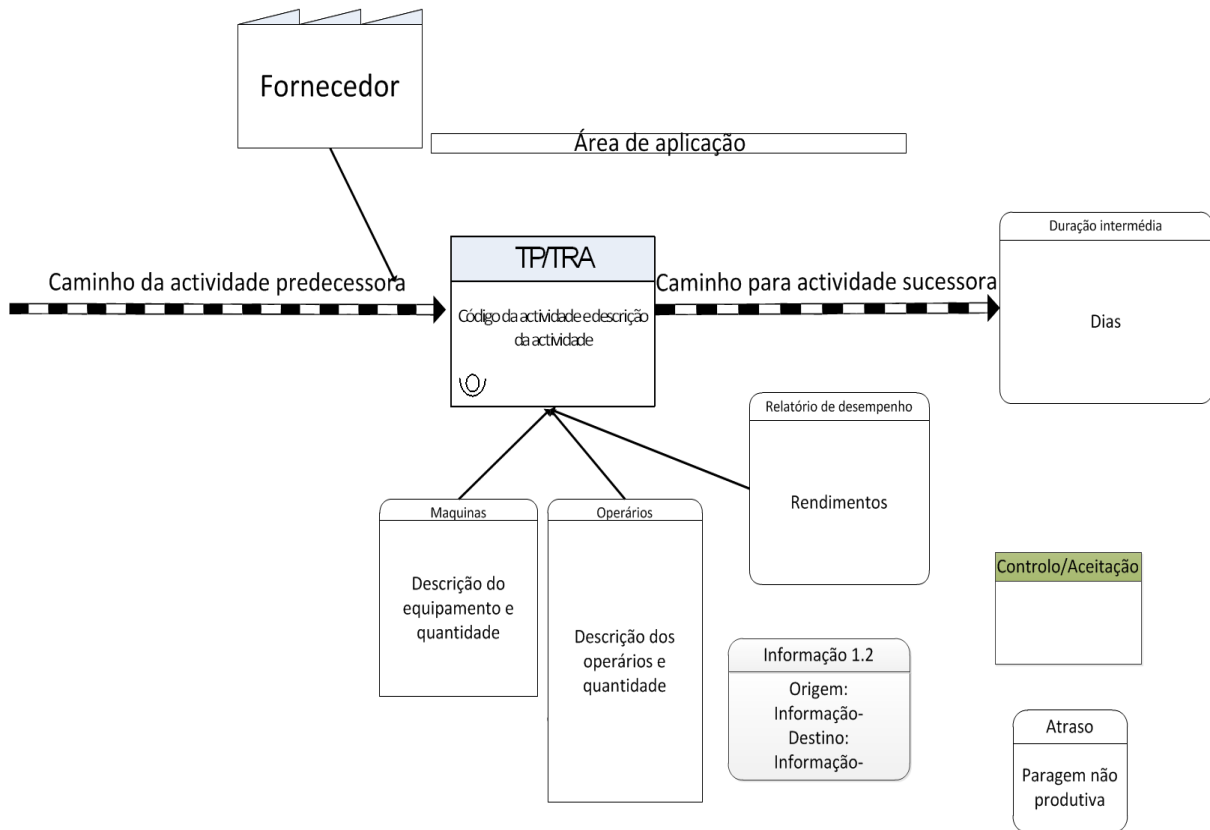
Actividade	Actividade do cronograma. Um componente distinto agendado do trabalho realizado durante o andamento de um projecto. Uma actividade do cronograma tem normalmente uma estimativa de duração, de custos e de recursos necessários. As actividades do cronograma estão ligadas a outras actividades do cronograma ou marcos do cronograma através de relacionamentos lógicos e são decompostas a partir de pacotes de trabalho
	Descrição da actividade (DA). Uma frase ou uma denominação curta para cada actividade do cronograma usada junto com um identificador da actividade para diferenciar essa actividade do cronograma do projecto de outras actividades do cronograma. Normalmente, a descrição da actividade explica o objectivo do trabalho da actividade do cronograma
	Código da actividade. Um ou mais valores numéricos ou de texto que identificam as características do trabalho ou de alguma forma categorizam a actividade do cronograma que permitem a filtragem e a ordenação de actividades dentro dos relatórios
	Atributos da actividade [Saídas/Entradas]. Vários atributos associados a cada actividade do cronograma que pode ser incluída na lista de actividades. Os atributos da actividade incluem códigos de actividades, actividades predecessoras, actividades sucessoras, antecipações e atrasos, recursos necessários, datas impostas, restrições e premissas
	Área de aplicação. Uma categoria de projectos que possuem componentes comuns significativos, mas que não são necessários ou não está presente em todos os projectos. As áreas de aplicação são geralmente definidas em termos de produto (ou seja, por tecnologias ou métodos de produção semelhantes), tipo de cliente (ou seja, interno versus externo, governamental versus comercial) ou sector (ou seja, utilitários, aeroespacial, tecnologias da informação). As áreas de aplicação podem se sobrepor

Ao nível dos recursos o PMBOK identifica vários tipos de recursos e definições aliadas a estes, mas neste método só são utilizados as seguintes definições.

Quadro 4.3 Conceitos do PMBOK Utilizados de Recursos

Recursos	Recurso. Recursos humanos especializados (disciplinas específicas individualmente ou em grupos ou equipas) equipamentos, serviços, orçamentos ou fundos
	Estimativa de recursos da actividade. O processo de estimativa de tipos e quantidades de recursos necessários para realizar cada actividade do cronograma
	Material. O conjunto de objectos usados por uma organização em qualquer empreendimento, como equipamentos, dispositivos, ferramentas, máquinas, aparelhos, materiais e suprimentos
	Fornecedor. Um provedor ou fornecedor de produtos, serviços ou resultados para uma organização

Os conceitos anteriormente descritos, que fazem parte do guia PMBOK são utilizados no método proposto nesta dissertação para a elaboração do MFV. De seguida é apresentado o método proposto nesta dissertação.


 Figura 4-1 *Template* de Elaboração MFV

A figura 4.1 resulta da utilização dos conceitos retirados do PMBOK para a elaboração do MFV. O objectivo do método proposto é que cada actividade seja descrita da forma mais completa possível e que seja possível ser identificada de uma forma fácil.

Assim com todas as informações necessárias para o total conhecimento da actividade, é muito mais fácil reconhecer as falhas da actividade e da sua execução e saber qual o caminho para o melhoramento da actividade.

Os relatórios de desempenho e o controlo/aceitação são de cada actividade e não globais, porque podem ter origens diferentes. O controlo pode ser feito a partir da sede da empresa que está a realizar a obra, podem ser do responsável global da obra ou podem ter que ser realizado o controlo por o responsável da actividade.

A paragem não produtiva que se reflecte no TP e TRA tem como objectivo analisar as actividades no desperdício do tempo. O TP e o TRA reflectem a eficácia da actividade em termos de tempo de que não se produziu valor para a actividade mas estiveram recursos alocados à mesma. Estes indicadores são fundamentais para a análise do MFV porque o tempo reflecte-se invariavelmente em custos, por estarem pessoas e equipamentos sem produzir valor na actividade.

Para o método proposto é fundamental que o template seja de fácil compressão, intuitivo e limpo (não provoque dificuldades na sua leitura e que seja o mais optimizado possível). Com esse objectivo surge o *template* proposto na figura 4.1, sendo de fácil leitura, sem informação em excesso e desnecessária, com uma fácil compreensão do fluxo e das necessidades de cada actividade.

Em suma, todos os conceitos descritos nos quadros anteriores e o template proposto na figura 4.1 têm como objectivo elaborar um método para que o MFV seja de fácil construção, eficaz e principalmente útil para os gestores/responsáveis da construção. Este método não tem como objectivo sobrepor-se à metodologia proposta por Shook e Rother (Shook e Rother 1998), mas sim complementa-la para obras de construção civil com a introdução de métricas a analisar e conceitos relativos às actividades, como tempos de permanência tempos de realização da actividade, códigos de actividade entre outros descritos anteriormente.

No Quadro 4.4 estão descritos processos importantes para análise do MFV actual e conceitos para o estudo e melhoramento da actividade.

Quadro 4.4- Outros conceitos utilizados do PMBOK

Outros	Ameaça. Uma condição ou situação desfavorável para o projecto, um conjunto negativo de circunstâncias, um conjunto negativo de eventos, um risco que terá impacto negativo num objectivo do projecto, se ocorrer, ou uma possibilidade de mudanças negativas
	Brainstorming. Uma técnica geral de colecta de dados e criatividade que pode ser usada para identificar riscos, ideias ou soluções para problemas usando um grupo de membros da equipa ou especialistas no assunto. Normalmente, uma sessão de brainstorming é estruturada de forma que as ideias de cada participante são registadas para análise posterior
	Conhecimento. Saber alguma coisa com a familiaridade obtida através de experiência, formação, observação ou investigação; significa entender um processo, uma prática ou uma técnica, ou como usar uma ferramenta
	Decomposição. Uma técnica de planeamento que subdivide o projecto e as entregas do projecto em componentes menores e mais facilmente geridas, até que o trabalho do projecto associado à realização do âmbito do projecto e ao fornecimento das entregas seja definido em detalhes suficientes para dar suporte à execução, à monitorização e ao controlo do trabalho
	Informações históricas. Documentos e dados sobre projectos anteriores que incluem arquivos de projectos, registos, correspondências, contratos encerrados e projectos encerrados
	Lições aprendidas. A aprendizagem obtida no processo de realização do projecto. As lições aprendidas podem ser identificadas a qualquer momento
	Opinião especializada. Opinião fornecida com base em especialização numa área de aplicação, área de conhecimento, disciplina, sector, etc., conforme for o adequado para a actividade que a ser realizada. Essa especialização pode ser oferecida por qualquer grupo ou pessoa com formação, conhecimento, habilidade, experiência ou ensino especializado
	Relatórios de desempenho. Documentos e apresentações que fornecem informações organizadas e resumidas sobre o desempenho do trabalho, cálculos e parâmetros de gestão de valor agregado e análises de andamento e progresso do trabalho do projecto
	Retrabalho. Acção tomada para fazer com que um componente imperfeito ou fora das especificações fique em conformidade com os requisitos ou especificações
	Técnica. Um procedimento sistemático definido usado por um recurso humano para realizar uma actividade a fim de produzir um produto ou resultado ou oferecer um serviço, e que pode empregar uma ou mais ferramentas
	Oportunidade. Uma condição ou situação favorável para o projecto, um conjunto positivo de circunstâncias, um conjunto positivo de eventos, um risco que terá impacto positivo nos objectivos do projecto ou uma possibilidade de mudanças positivas

Depois da elaboração do MFV actual é importante fazer uma reflexão para elaborar o MFV futuro. Nessa reflexão é importante abordar os temas propostos por este método para melhor conseguir compreender as dificuldades da actividade e com apoio de especialista tentar ultrapassá-las.

Como não está sistematizada uma abordagem com o objectivo de passar do MFV actual para o MFV futuro nesta dissertação apesar de não se fazer a validação deste método, é proposta uma sistematização, apoiada no PMBOK para a elaboração do MFV futuro.

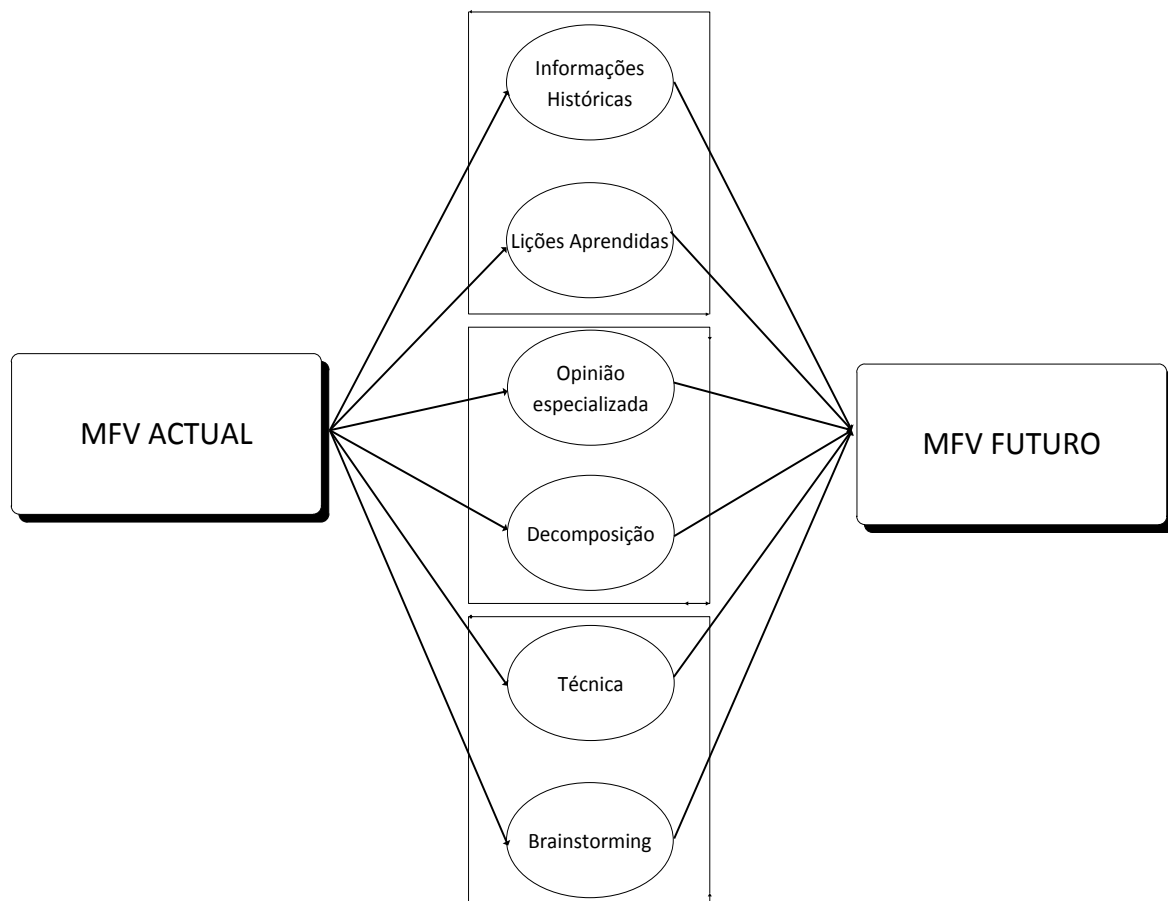


Figura 4-2 Etapas entre MFV actual e futuro

Depois da elaboração do MFV actual para elaborar o MFV futuro é fundamental passar por todos estes conceitos apresentados neste método e descritos no PMBOK. Cada um dos conceitos apresentados tem um objectivo específico, que provavelmente já se tinha em conta mas nunca tinha sido sistematizado num método. O objectivo do método é que não falte para os gestores nenhuma das etapas para a correcta elaboração do MFV futuro.

Assim o método proposto na figura anterior tem em conta todas estas etapas importantes para se conseguir um MFV futuro o melhor possível e com a rapidez e facilidade necessárias. As etapas deste método dividem-se em 3 partes.

A primeira é a informação sobre actividades similares já realizadas (informações históricas, lições aprendidas) que têm como objectivo conhecer o melhor possível a actividade para conseguir melhorá-la. As informações provenientes de actividades anteriores são fundamentais para melhorar a actividade no futuro. O conhecimento adquirido anteriormente permite a análise comparativa dos

dados anteriores com os dados da actividade em estudo, sabendo quais as etapas críticas de cada actividade e quais as soluções a propor no MFV futuro.

A segunda parte deste método está relacionada com o conhecimento especializado e com a decomposição das actividades. O conhecimento especializado por parte de intervenientes na passagem de MFV actual para MFV futuro é fundamental e está associado à decomposição das actividades. A decomposição das actividades tem como papel principal neste método o conhecimento profundo de cada etapa da própria actividade. Com a opinião especializada e com a decomposição da actividade, é possível desdobrar a actividade e melhorá-la em todos os seus passos, visto que existe um conhecimento profundo sobre a mesma.

Por último aparece a fase de discussão das ideias pelo gestor e por pessoas competentes na área de modo a que se elabore um MFV futuro com todas as ideias materializadas nesse documento, esta etapa no método é a técnica e brainstorming. Esta fase é o culminar de todas as anteriores, sendo esta fase a que se agrupa todas as anteriores e em que além dos intervenientes referidos anteriormente está presente também o gestor de todo o processo de gestão da actividade, visto que só este pode decidir em termos de alterações da actividade, visto que os outros são apenas consultores na passagem de MFV actual para MFV futuro.

Com este método será possível por qualquer gestor, mesmo que não esteja muito familiarizado com a construção civil e que por qualquer motivo esteja responsável por uma obra ou parte de uma obra conseguir melhoramentos num conjunto de actividades, visto que terá como suporte pessoas e processos padronizados.

4.4. Utilização dos métodos propostos

Para a utilização dos métodos propostos anteriormente é importante seguir os passos descritos neste subcapítulo para que a padronização da elaboração do MFV e consequente passagem para MFV futuro seja completa.

Na figura seguinte estão representados todos os passos necessários para a elaboração do MFV, sendo que os passos são os propostos na generalidade por Shook e Rother, mas utilizando os métodos para elaboração do mapeamento e para o estudo do mapeamento com o objectivo de desenhar um mapeamento futuro.

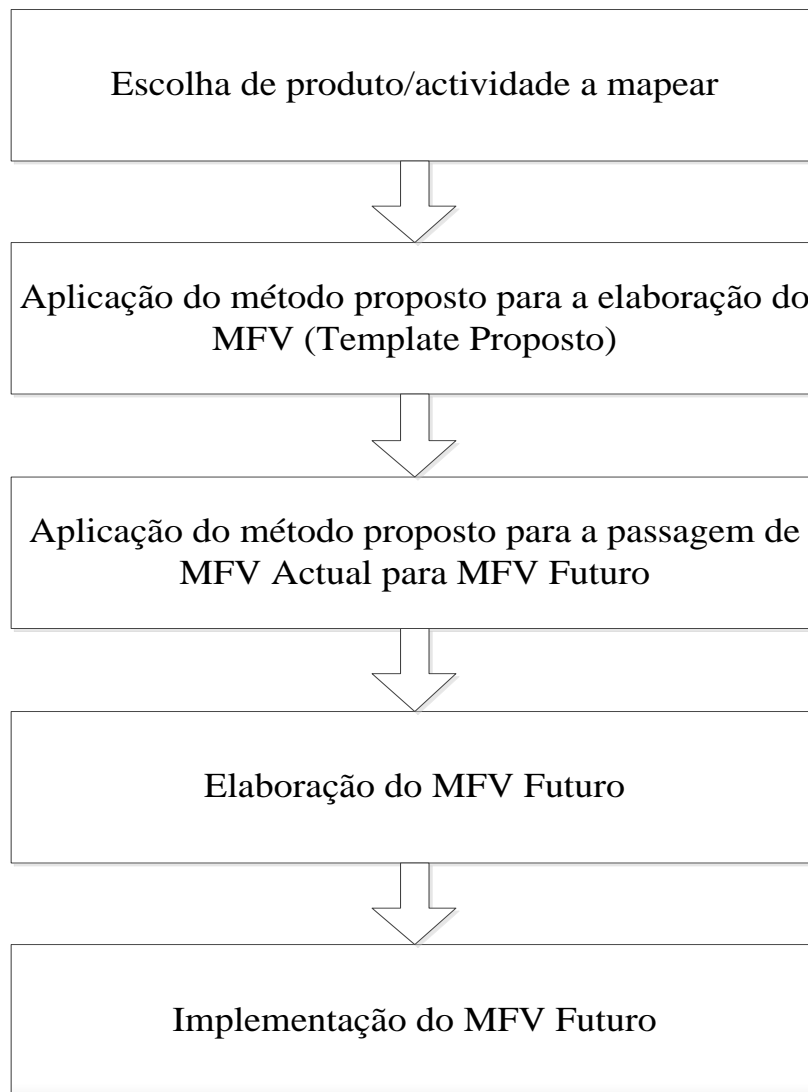


Figura 4-3 Passos para a utilização dos métodos propostos

Assim pode observar-se que na base de aplicação da ferramenta na sua base não existem diferenças para o proposto por Shook e Rother, mas sim é proposto um template para a elaboração do mapa de fluxo de valor e para os passos necessários para a passagem de MFV actual para MFV Futuro.

5. VALIDAÇÃO DO METODO PROPOSTO PARA A ELABORAÇÃO DO MFV

Neste capítulo é realizada a implementação do método proposto de elaboração do MFV em obra. A execução como descrita pela proposta de método foi realizada em diversas obras e teve como estudo distintas actividades.

A validação do método tem como objectivo a comparação da elaboração do MFV com e sem a sinergia com o PMBOK. Para poder fazer a comparação, o MFV foi elaborado por engenheiros familiarizados com a filosofia Lean, e o MFV de actividades em obra. Este conhecimento deve-se quer à elaboração de trabalhos científicos na área da construção Lean quer pela adopção de técnicas Lean em obras já realizadas.

São realizados quatro MFV em obras de reabilitação de edifícios de habitação, construção nova de edifícios habitacionais e um realizado numa estação de comboios.

5.1. Descrição das Obras

A primeira obra em que vai ser efectuada a validação é uma obra de recuperação de dois fogos no centro da cidade de Lisboa, mais precisamente no bairro de Campo de Ourique. O prédio data dos anos 40 e é constituído por quatro pisos. A obra em causa é a reabilitação dos dois últimos. O terceiro andar tem uma área bruta de 150 metros quadrados e o quarto andar de 120 metros quadrados. A obra de tem um carácter profundo de reabilitação visto que são substituídas todas as redes, instalações sanitárias e cozinhas, pavimentos, recuperadas paredes divisórias colocados tectos falsos e algumas paredes divisórias em gesso cartonado.

A segunda obra em que vai ser realizada a validação do método é uma obra de reabilitação de um prédio situado na zona da Ajuda em Lisboa, com cerca de 50 anos. A obra tem um carácter menos profundo que a obra anterior, sendo só intervencionado as zonas em mau estado (pintura e carpintarias) e substituído todas as instalações sanitárias (redes de águas e esgotos).

A terceira obra em que vai ser validado o método proposto, é uma intervenção em duas gares ferroviárias na margem sul do Tejo. A intervenção vai nas especialidades mais concretamente na substituição das redes de cabos de informação.

A quarta obra onde foi realizada a validação do método, é a construção de um conjunto de moradias de raiz, na zona da Charneca da Caparica. As moradias têm características idênticas o que leva a que a elaboração do MFV seja possível em períodos diferentes, mas que as características das actividades sejam iguais.

5.2. Descrição dos trabalhos que vão ser analisados

Na primeira obra os trabalhos em que vai incidir a validação são a colocação de tectos de falsos em gesso cartonado. Sendo a colocação dos tectos falsos em gesso cartonado uma actividade repetitiva, possibilitou a elaboração de dois MFV de duas actividades em espaços temporais diferentes mas com características muito idênticas. Sendo a mesma actividade mas realizada num espaço temporal diferente possibilita tirar conclusões em relação à diferença dos MFV com e sem a sinergia com PMBOK. Os procedimentos e critérios de aceitação da realização de tectos falsos podem ser divididos em qualidade do material, qualidade da mão-de-obra e qualidade da aplicação dos materiais.



Figura 5-1 Alçado do prédio onde foi elaborado o MFV da colocação dos tectos falsos



Figura 5-2 Pormenor da obra de colocação do tecto falso

Na segunda obra os trabalhos que vão ser analisados, em que vão ser feitos os MVF, é a substituição das redes de águas das instalações sanitárias. Como os tectos falsos, a substituição das instalações sanitárias é uma actividade repetitiva, não só pelas suas características, mas por se substituir as instalações sanitárias de vários fogos e estas serem iguais.

Na terceira obra o VSM vai incidir na substituição das cablagens da estação. O objectivo principal da empreitada é a substituição da rede de cablagem de controlo de acessos, o fecho de estação com novo sistema de barreiras e substituição da rede de vídeo vigilância. A gare ferroviária é constituída por uma estrutura em betão armado que serve de sustentação à plataforma ferroviária, constituída por três lajes a diferentes cotas. Os caminhos de cabos encontram-se por cima dos tectos falsos e constituem uma enorme malha de cabos. É possível validar o método nesta obra porque foi elaborado o VSM da actividade de substituição da cablagem, em duas gares com as mesmas características.

De seguida está uma imagem 3D de uma das estações em que foi realizada a substituição da cablagem.



Figura 5-3 Gare ferroviária intervencionada

Por fim, na quarta obra, a actividade a ser analisada é o corte e moldagem do ferro. Esta actividade pôde ser analisada porque a empreitada incluía a construção de 3 moradias idênticas. Assim o VSM foi elaborado para a actividade de corte e moldagem do aço de duas moradias distintas.

Na figura que se segue está representado uma imagem 3D da moradia, visto que, por falta de verbas as obras estão paradas e o dono de obra optou por disponibilizar apenas imagem do projecto final. Neste momento as moradias estão na fase de toscos.



Figura 5-4 Moradia unifamiliar Charneca Caparica

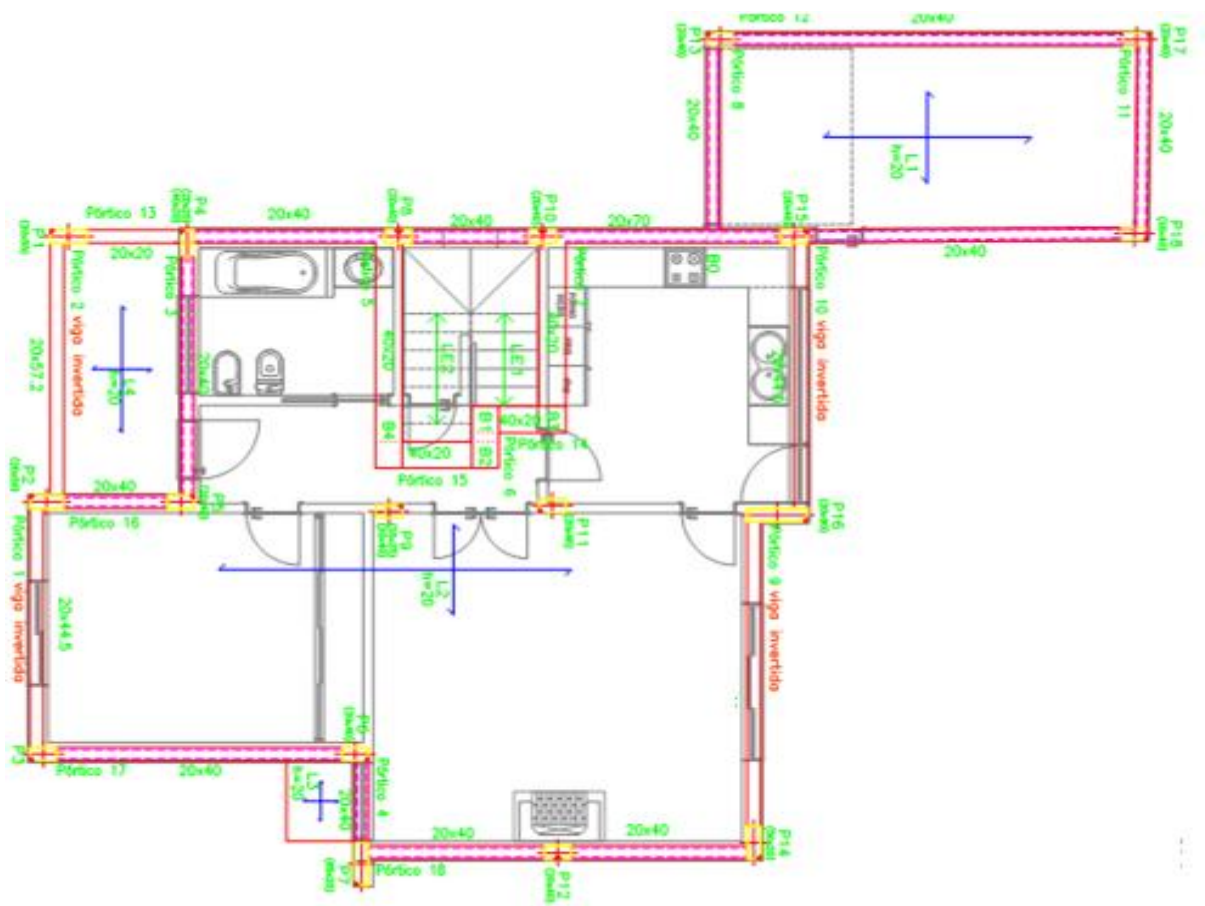


Figura 5-5 Planta da moradia

5.3. MFV Tectos falsos

O responsável pela elaboração destes mapeamentos foi o engenheiro responsável pela empreitada em causa. Na elaboração do mapeamento sem o método proposto foi utilizado uma parte da metodologia propostas por Shook e Rother (Shook e Rother 1998), ou seja, só se teve a preocupação de restringir a actividade a analisar. Não houve um critério ou linha condutora na elaboração do MFV. A não definição das métrica a analisar foi um erro grave, visto que depois seria impossível propor melhorias e saber qual a eficácia dessas melhorias. Sem uma linha condutora torna-se impossível elaborar um MFV eficaz e capaz de responder às necessidades previstas na filosofia Lean com o objectivo de melhorar as actividades.

A elaboração do segundo mapeamento, já utilizando o método proposto que está representado no Anexo 2, leva a uma fácil e rápida elaboração do mesmo. São registados tempos rendimentos, recursos utilizados e qual a informação utilizada (conteúdo, origem e destino).

De seguida está representado um excerto do mapeamento sem e com método proposto.

O MFV na construção de tectos falsos em gesso cartonado, sem a utilização do método proposto, está no Anexo 1 e com a utilização do método está representado no Anexo 2.

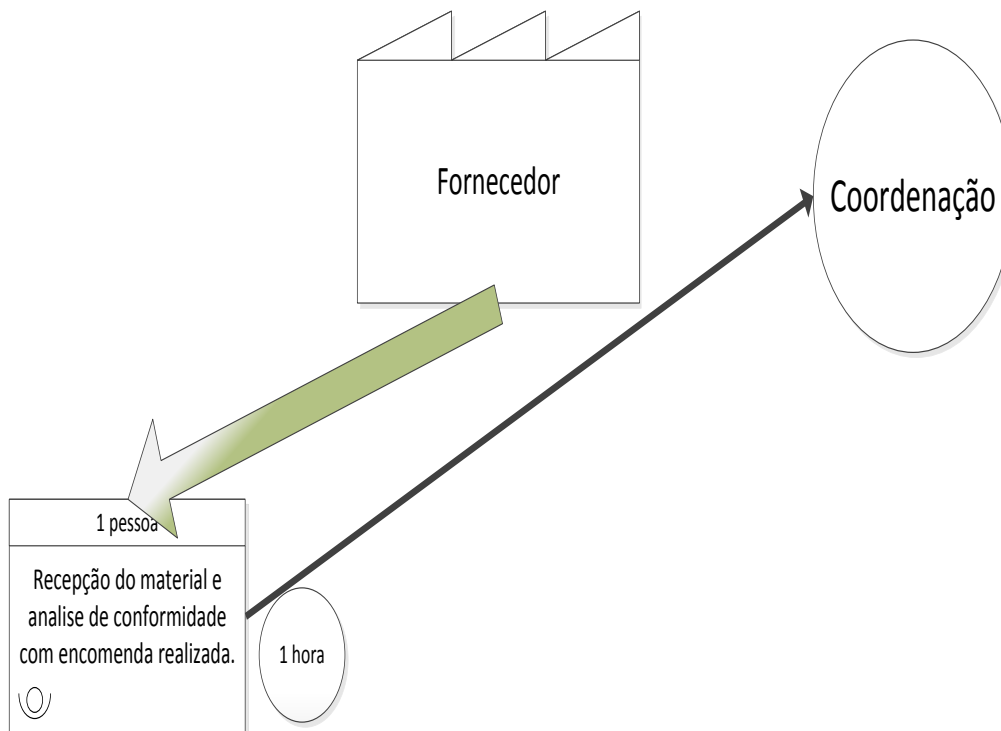


Figura 5-6 Excerto MFV colocação dos tectos falsos sem o método proposto

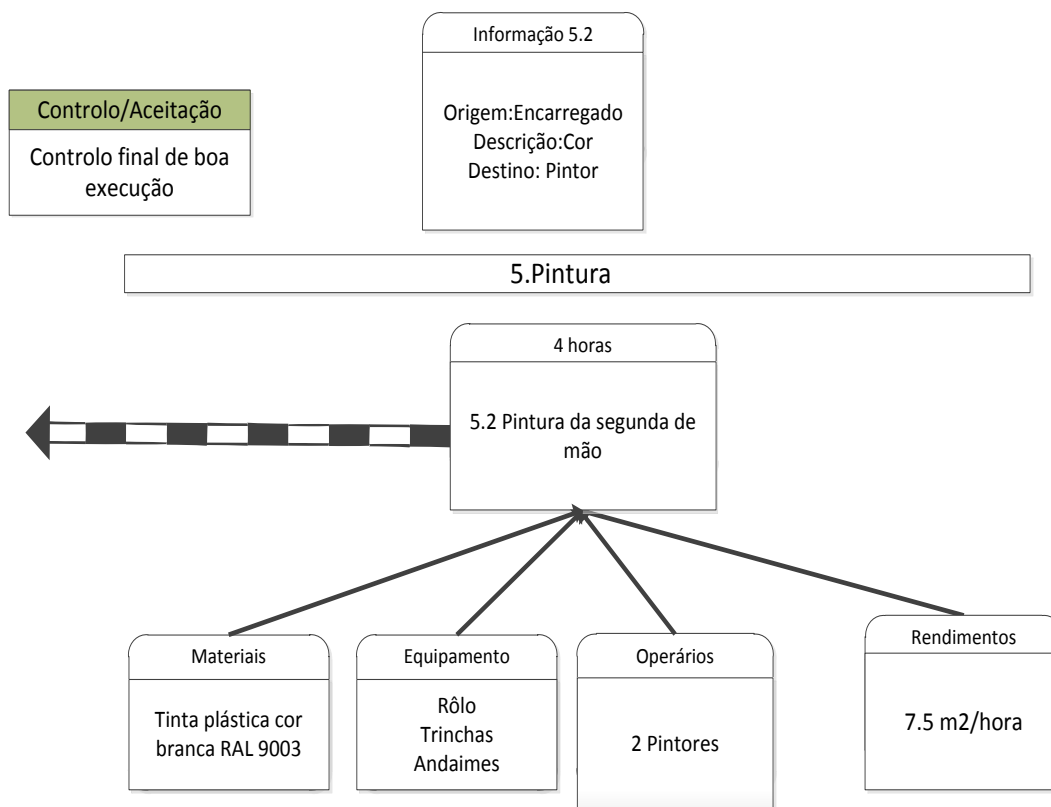


Figura 5-7 Excerto MFV Colocação de tectos falsos com o método proposto

5.4. MFV rede de águas

A elaboração dos MFV da execução da rede de águas de uma instalação sanitária foi elaborada por um engenheiro júnior, adjunto do director de obra. Este mapeamento foi elaborado em duas instalações sanitárias distintas. As instalações sanitárias eram idênticas na sua concepção, mas de pisos diferentes. Por essa razão é fácil a comparação dos MFV, apesar de terem sido realizados em espaços temporais diferentes. A instalação sanitária tem uma área de nove metros quadrados e composta por banheira, sanita e lavatório duplo encastrado em pedra apoiada em estrutura de alvenaria. Nas instalações sanitárias em causa foi feita uma remodelação total. Foram retirados todos os aparelhos sanitários existentes, removido todo o revestimento das paredes e pavimento e rede de tubagens (águas e esgotos). Depois de realizada a remoção de tudo o descrito anteriormente foram abertos novos roços, realizada a colocação das tubagens, corrigidas as paredes para garantir a sua verticalidade, fechados os roços e elaborada a betonilha de assentamento de pavimento. Foi realizado o assentamento de mosaicos nas paredes e pavimento e colocadas as loiças sanitárias e acessórios.

Os MFV estão representados nos Anexos 3 e 4, com e sem a utilização do método proposto respectivamente. Apresenta-se de seguida um excerto de cada MFV, no primeiro sem o método e no segundo com a utilização do método.

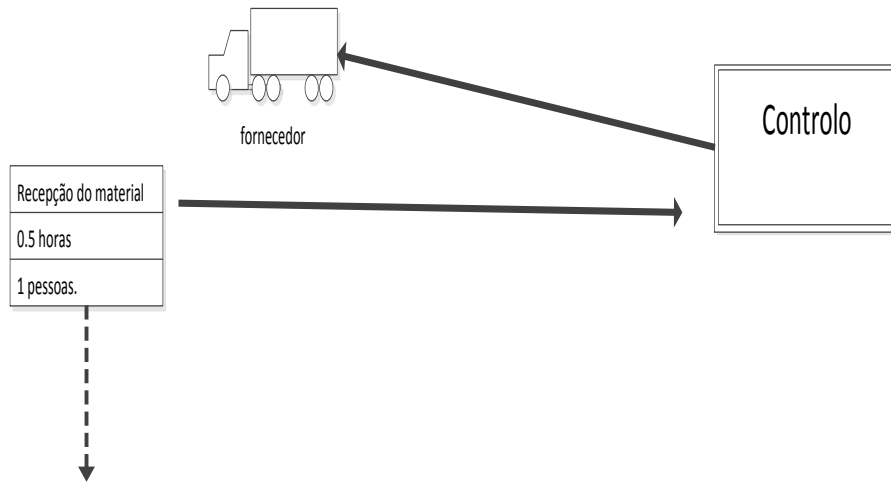


Figura 5-8 Excerto MFV redes de águas sem método proposto

Nestes dois excertos pode ver-se as diferenças claras em termos da informação que cada um contém. No excerto abaixo pode ver-se a grande preocupação ao nível da informação existente em cada passo da actividade

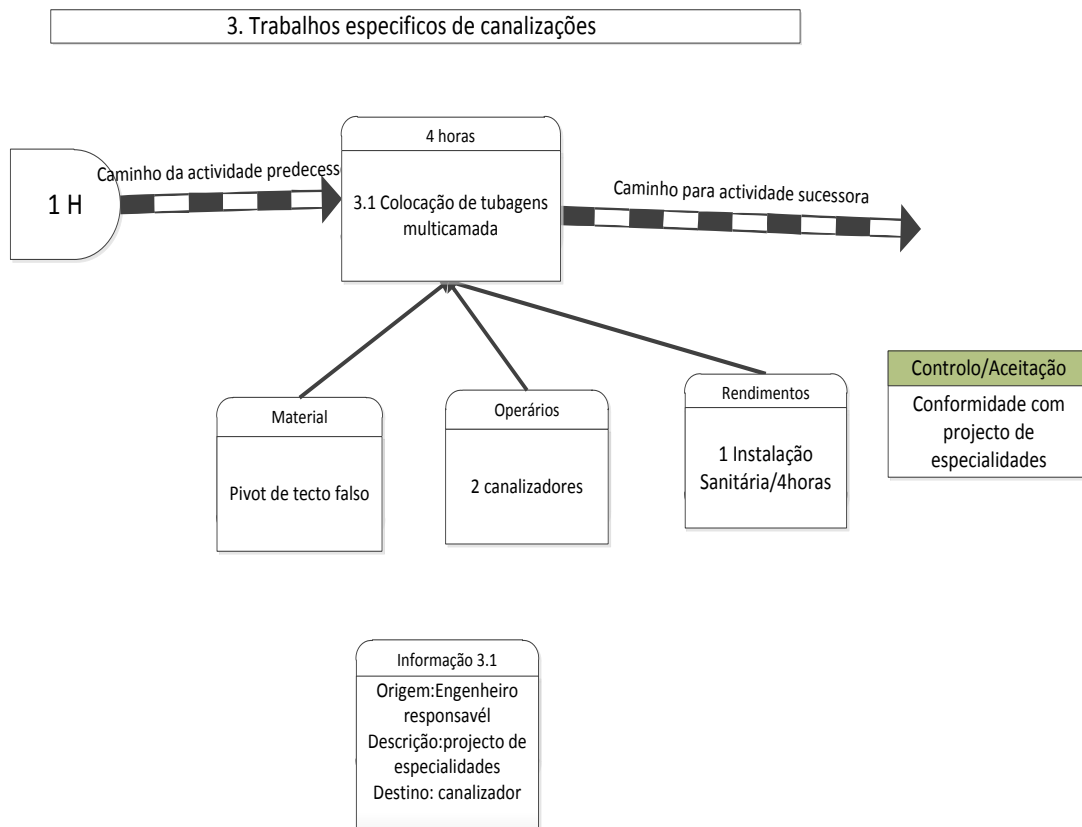


Figura 5-9 Excerto do MFV da rede de águas com a utilização do método

5.5. MFV Corte e moldagem de aço

Na elaboração dos MFV da actividade aço, o responsável pela sua elaboração foi o engenheiro adjunto do director de obra. A elaboração destes mapeamentos foi possível porque a actividade de corte e moldagem do ferro foi efectuada em dois períodos diferentes para estruturas iguais em alturas diferentes visto que foram construídas 3 moradias iguais. As moradias construídas são de dois pisos (piso térreo e primeiro andar), com tipologia T2 e com 90.43 metros quadrados de área bruta. A estrutura resistente da moradia foi realizada em betão armado (aço A400NR e betão C 25/30). A quantidade de betão utilizado é de aproximadamente 100 metros cúbicos e aproximadamente 8 toneladas de aço.

O MFV sem a utilização do método a sua representação sem ser em anexo vai ser completa, visto que o engenheiro optou por realizar um MFV diferente dos demais. De seguida é apresentado o MFV.

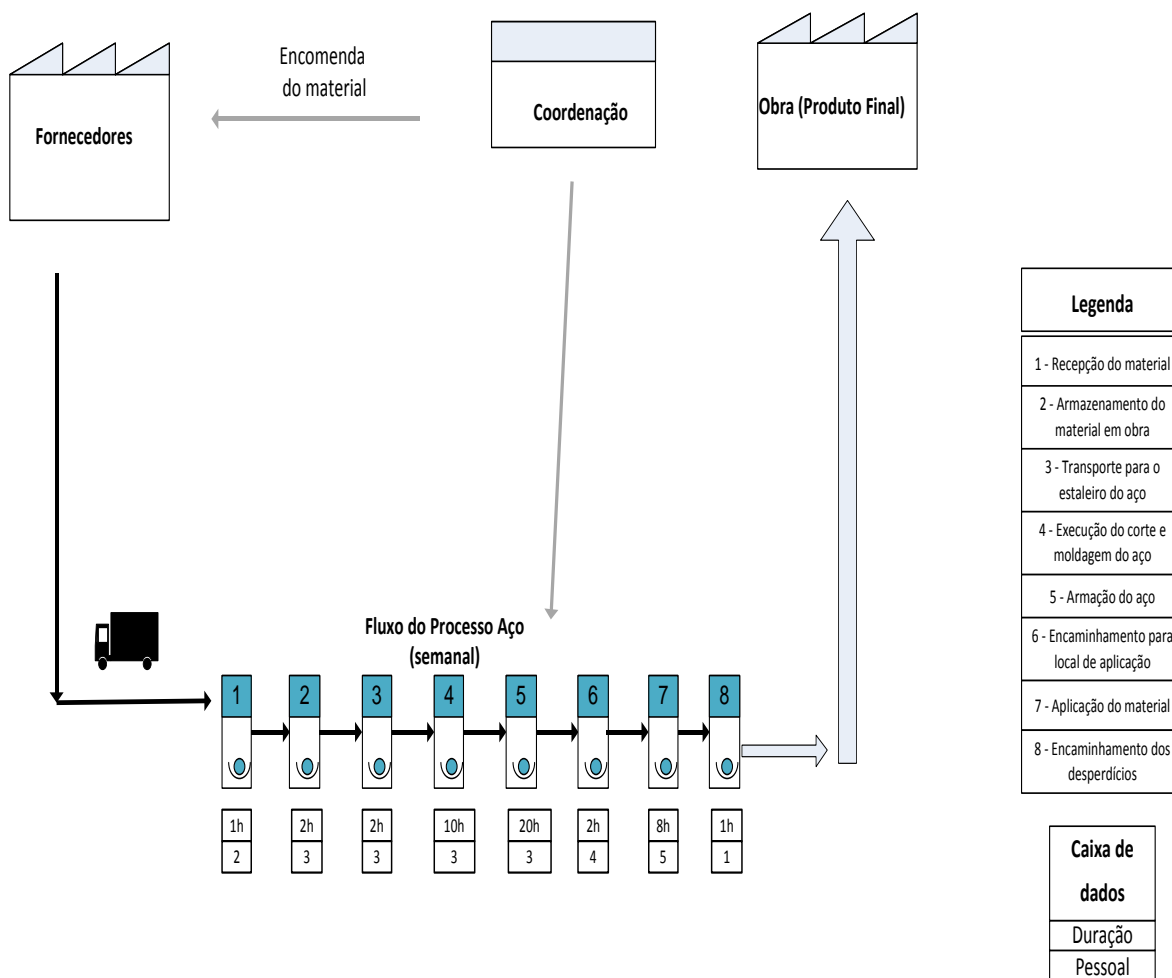


Figura 5-10 MFV integral da actividade de aço sem utilização do método proposto

O MFV elaborado pelo engenheiro com base no método proposto nesta dissertação está representado no Anexo 5. De seguida está um excerto do MFV referenciado anteriormente.

5. Desperdícios

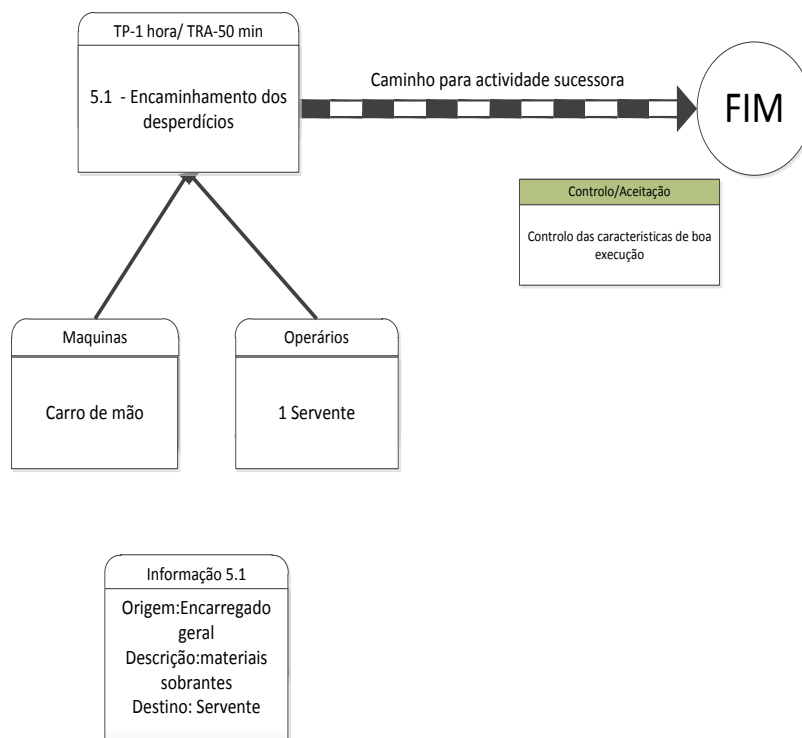


Figura 5-11 Excerto do MFV da actividade de aço utilizando o método proposto

5.6. VSM da substituição da cablagem na gare ferroviária

O MFV da substituição da cablagem foi elaborado por um engenheiro técnico que está a realizar a sua dissertação de mestrado também Lean mas em conjugação com a filosofia BIM. A elaboração dos MFV foi feita em duas estações ferroviárias com necessidades de renovação das suas cablagens.

O objectivo da elaboração dos MFV era fazer a comparação dos trabalhos realizados com e sem a componente BIM na execução das intervenções.

Os mapeamentos da renovação das cablagens estão nos anexos 6 e 7. No Anexo 6 está o mapeamento realizado sem o auxílio do método proposto e no anexo 7 está elaborado o mapeamento com o método proposto neste trabalho.

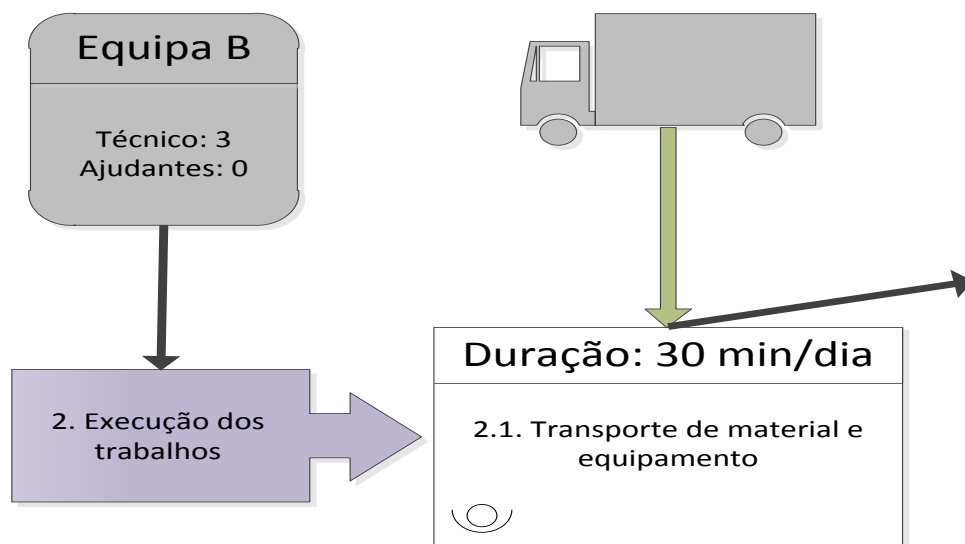


Figura 5-12 MFV da substituição da cablagem sem a utilização do método proposto

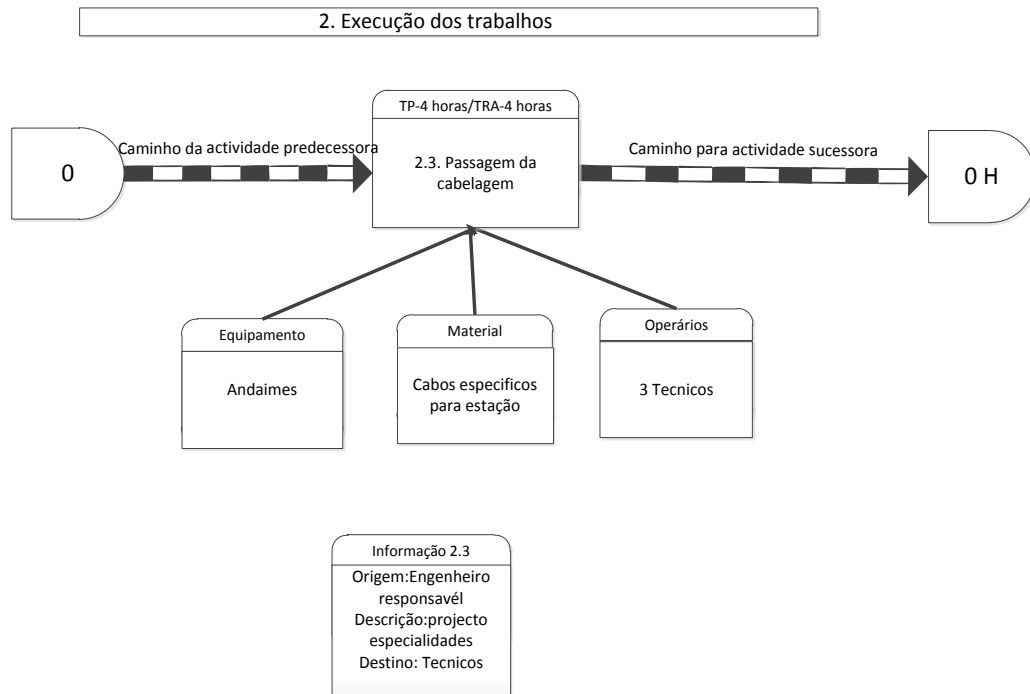


Figura 5-13 MFV da actividade de substituição da cablagem com a utilização de método proposto

6. ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO DO MÉTODO DE ELABORAÇÃO DO MFV NAS DIFERENTES OBRAS E DISCUSSÃO DE RESULTADOS.

Neste capítulo foi analisada a implementação do método para a elaboração do MFV nas quatro obras. A análise centrou-se primeiro na elaboração dos MFV sem o método, nas suas dificuldades e posterior facilidade de análise. De seguida foram estudadas as mais-valias do método em relação a cada MFV elaborado.

6.1. Análise da elaboração dos MFV sem a utilização do método proposto

Na elaboração do MFV sem o método proposto as dificuldades foram transversais à elaboração do MFV das quatro actividades.

A dificuldade de estruturação dos MFV é a dificuldade mais latente nos diversos mapeamentos. Observando os MFV elaborados sem o método proposto é possível ver que não existe uma padronização, visto que não são analisadas as mesmas métricas, nem a informação disponível é igual. Essa heterogeneidade leva muitas vezes à difícil leitura e interpretação dos MFV. A difícil interpretação desencadeia a não utilização do MFV da maneira mais correcta e eficaz.

A informação descrita de seguida foi obtida durante os diálogos realizados após a elaboração do MFV sem o método proposto e antes da elaboração do novo MFV com a utilização do método proposto neste trabalho.

Nestes diálogos foi possível observar que as dificuldades sentidas na elaboração do MFV por parte dos engenheiros eram transversais a todos.

De seguida apresentam-se as dificuldades sentidas pelos engenheiros na elaboração dos MFV:

- Difícil estruturação (incerteza do template a utilizar);
- Obtenção de mapeamentos confusos (necessidade de simplificação do mapeamento);
- Definição de métricas a analisar (não saber o que analisar);
- Quantificação do tempo útil em diversas actividades (diferença entre TA e TRA).

6.2. Análise da elaboração do MFV com a utilização de método proposto

A análise da implementação do método nas diferentes obras foi feita em conjunto com o responsável na elaboração de cada MFV. Em cada obra, depois de elaborados os dois MFV foi pedido a cada responsável pela sua elaboração o preenchimento de uma tabela em que eram questionados sobre pontos forte e fracos do método.

Sendo os engenheiros que realizaram os MFV conhecedores da filosofia Lean, quer por já terem feitos trabalhos científicos na área quer por terem desenvolvido práticas Lean nas suas obras, a sua crítica ao método está alinhada com as necessidades das filosofias Lean. Alinhado com as necessidades das filosofias Lean quer dizer que existe uma grande preocupação com os desperdícios. Esta preocupação com os desperdícios, pode estar reflectida em desperdícios de tempo, mão-de-obra e equipamentos. As críticas (positivas ou negativas) que os engenheiros fizeram centraram-se nos melhoramentos que o método proposto tem ao nível de redução de desperdícios.

Os pontos fortes do método têm como principal característica a diferenciação de elaboração do MFV por parte dos engenheiros e os pontos fracos a condicionantes que o método pode ter em relação a actividades mais específicas, e não propriamente às actividades em questão.

De seguida é apresentado o quadro que foi elaborado pelos responsáveis pelos MFV das diferentes actividades.

Quadro 6.1 Pontos fortes e fracos do método

	Pontos fortes	Pontos Fracos
MFV 1 Tectos Falsos	Criação de fluxo	Impossibilidade de complementar com novos elementos
	Facilidade de execução	
	Facilidade de estruturação (guia)	
	Fácil monitorização	
MFV 2 Rede de águas	Boa adaptação à estrutura	-
	Fluxo na elaboração do MFV	
	Fácil monitorização	
MFV 3 Corte e moldagem do aço	Fluxo na elaboração do MFV	Impossibilidade de voltar atrás no ciclo se não existir aceitação
	Facilita a tomada de decisão	
	Utilização por qualquer interveniente na obra (engenheiros)	
MFV 4 Substituição da cablagem	Clarificação de recursos a utilizados	Impossibilidade de complementar com novos elementos Não existência de um traçado do fluxo de informação Impossibilidade de voltar atrás no ciclo se não existir aceitação
	Fluxo na elaboração do MFV	
	Rapidez de construção do VSM	
	Fácil monitorização	

Na análise dos pontos fortes realçados pelos engenheiros pode ver-se que a facilidade de elaboração do MFV é a característica mais transversal a todos os intervenientes. Esta característica está evidenciada na facilidade de execução (MFV 1), fluxo na elaboração do MFV (MFV 2 e MFV 3) e na rapidez de construção do MFV (MFV 4).

Os restantes pontos fortes referenciados pelos engenheiros variam entre os quatro MFV. Essa variação é explicada por serem actividades diferentes e cada uma delas tem características que leva a ter necessidades diferentes no MFV. A variação que existe nos restantes pontos fortes descritos pelos

engenheiros, prova que o método proposto vai ao encontro das dificuldades sentidas por cada um na elaboração do MFV, logo prova que o método proposto é abrangente.

A variação na identificação dos pontos forte também prova que o feedback dado por parte dos engenheiros é abrangente, ou seja, engloba um lote grande dificuldades sentidas e a capacidade de colmatação das mesmas por parte do método proposto.

No MFV dos tectos falsos, por ser uma actividade muito extensa, com muitas sub-actividades, a facilidade de estruturação surge como ponto forte por o MFV sem o método se tornar muito confuso.

No MFV da rede de águas a boa adaptação da estrutura surge por ser uma tarefa simples, mas com diversos intervenientes diferentes e com tempos de espera entre as actividades em alguns casos muito longos.

No MFV do corte e moldagem do aço, além do ponto forte já referenciado anteriormente surge a fácil utilização por qualquer interveniente na obra. Este ponto deve-se à fácil compreensão e utilização do método para elaboração do MFV, mesmo por pessoas que não estejam familiarizados com a filosofia Lean, isto porque o mapeamento foi feito por dois engenheiros, um familiarizado com a filosofia Lean e outro não, e o MFV final é muito idêntico porque as métricas necessárias para a elaboração do MFV são muito claras.

Na quarta obra em que foi realizado o MFV, substituição da cablagem, além da melhoria na elaboração do MFV, os pontos fortes referidos são a clarificação dos recursos utilizados e a fácil monitorização. A escolha destes pontos fortes deve-se ao facto de no MFV sem o método não ser claro quais os trabalhadores e equipamentos alocados a cada sub-actividade e o mapeamento não ser claro nem de fácil interpretação.

Como em qualquer método proposto nem todos os pontos são positivos. Na interpretação dos diversos engenheiros às capacidades do método também existem pontos menos positivos.

O engenheiro que realizou o MFV da actividade Pladur, o ponto fraco do método é a impossibilidade de complementar com novos elementos. Neste caso o que o engenheiro quer dizer com novos elementos é a introdução de novas métricas, fases ou restrições.

O engenheiro da obra de substituição das redes das instalações sanitárias não apontou qualquer ponto fraco.

Na terceira obra analisada o engenheiro responsável apontou como principal ponto negativo a impossibilidade de voltar atrás caso não exista aceitação no controlo. A impossibilidade de voltar atrás caso não exista aceitação refere-se à não-aceitação na fase de controlo e à necessidade de realizar o trabalho/actividade outra vez.

E por fim no quarto mapeamento realizado o responsável apontou como ponto fraco no método a impossibilidade de complementar com novos elementos, a inexistência do traçado do fluxo de informação e a impossibilidade de voltar atrás caso não exista aceitação

6.3. Discussão de resultados

Na discussão de resultados vai ser feita uma análise comparativa da elaboração dos diversos MFV. A análise comparativa é possível porque os mapeamentos com e sem a utilização do método proposto foram realizados nas mesmas condições, o engenheiro era o mesmo e as características das actividades analisadas foram as mesmas (quantidade de trabalho, condições de realização e recursos disponíveis).

A discussão dos resultados vai incidir na maior ou menor facilidade com que foi realizado o MFV, a sua adequabilidade as actividades e principalmente o objectivo proposto de tornar uma ferramenta Lean mais Lean.

6.3.1. MFV Tectos falsos

Na elaboração do MFV da actividade tectos falsos sem o mapeamento foi possível observar uma grande dificuldade na elaboração mesmo. A escolha da estrutura do mapeamento e como dispor as actividades foi o mais moroso. A informação disponível no mapeamento não era a suficiente para conseguir analisar e propor uma melhoria no futuro. Aquando da elaboração do MFV com o método proposto foi disponibilizado o template para cada sub-actividade da actividade global. Por esse template ter todos os dados necessários a compreender a actividade, e a estrutura de elaboração do MFV, os problemas de morosidade e de informação insuficiente foram colmatados. Assim na melhoria de elaboração do MFV, os objectivos foram cumpridos, tornando a sua elaboração mais rápida, eficaz e sem desperdício de tempo e recursos, tornando a actividade de elaboração do MFV mais Lean. Ao nível do ponto fraco descrito pelo engenheiro, a impossibilidade de introdução de novos elementos, não é encarado como tal, porque este método não é fechado, ou seja, está sempre aberto a novas métricas, fases ou qualquer outra informação necessária num MFV. A introdução e novos elementos têm de ser acompanhados de uma descrição exaustivas dos mesmos e do que se propõe analisar para ser possível a sua utilização por parte de outros.

6.3.2. MFV Rede de águas

A actividade de mudança da rede de águas das instalações sanitárias tem poucas sub-actividades, tornando o MFV sem o método proposto simples e rápido de executar. Apesar de se conseguir realizar o mapeamento rápido, este não apresenta as melhores características. A informação em cada sub-actividade é insuficiente. Não tem quais tempos entre sub-actividades, qual o tempo de criação de valor e quais os recursos alocados.

O MFV com o método, apesar de neste caso não tornar a elaboração do MFV mais rápida, torna o mapeamento mais eficaz, isto é, não actua pelo lado do desperdício imediato mas sim pelo lado da qualidade. Neste sentido com os mesmos recursos consegue-se um produto melhor, são optimizados os recursos. A melhoria referida anteriormente é comprovada pela diferença da informação presente no MFV com o método em relação ao sem o método. No mapeamento realizado com o método as informações presentes são, material, operários e a sua qualificação, paragens não produtivas e input de informação (origem e destino), e contrapartida no MFV sem o método só tem informação de duração e número de operários.

No mapeamento sem o método proposto também não existem fases de controlo. Fases de controlo são as fases em que são analisadas as actividades e é comprovada a sua conformidade com o projecto. Estas fases são fundamentais em qualquer obra, para não haver mais tarde desperdícios devidos a retrabalhos. Essas fases estão ilustradas no mapeamento com o método. Estas fases de controlo/aceitação são muito importantes não para precaver desperdícios imediatos mas sim para evitar retrabalho.

6.3.3. MFV Corte e moldagem do aço

Sendo este mapeamento sem o método o mais limpo (mais claro e perceptível), tem os mesmos problemas do anterior. A falta de informação relevante como quais os operários e sua qualificação, os tempos entre sub-actividades, a falta de rendimentos e tempo de actividades que acrescentem valor tornam MFV incompleto.

Assim a elaboração levada a cabo pelo engenheiro com o apoio do método proposto veio colmatar todas as deficiências do mapeamento anterior. Apesar de melhorias o engenheiro que elaborou o MFV apontou um ponto fraco, a impossibilidade de voltar atrás no ciclo, caso este não seja aceite. A não-aceitação leva a que se tenha de realizar a sub-actividade outra vez, logo faz parte do mapeamento actual. Logo não existe a necessidade de voltar atrás no ciclo mas sim representar a actividade outra vez. Na elaboração do MFV desta actividade ficou comprovada a adequabilidade do método a vários tipos de actividades, por se tratar de uma actividade em que tem vários locais de trabalho, está representado o transporte e os diversos recursos alocados (diferentes trabalhadores, com diferentes qualificações).

6.3.4. VSM Substituição da cablagem da gare ferroviária

O mapeamento elaborado sem o método apresenta problemas ao nível da sua elaboração, foi morosa, ao nível da sua informação não é claro quais os recursos alocados a cada actividade nem quais as suas especificações. A monitorização é difícil, ou seja, é difícil rapidamente entender o ciclo apresentado e dificulta a leitura do fluxo. Depois de realizado o mapeamento com o auxílio do método proposto foi possível suprimir estas lacunas. O MFV com o método apresenta claramente quais os recursos alocados a cada sub-actividade, e facilita a monitorização do mapeamento.

No MFV da substituição da cablagem sem o método proposto verifica-se uma aproximação ao proposto no método na identificação das sub-actividades com código, exemplo 1.1 Reunião de *Kick-off*, o que leva a uma aproximação ao método nesta melhoria proposta pelo mesmo.

Nos pontos fracos referidos pelo engenheiro responsável pelo MFV, o da impossibilidade de voltar atrás no ciclo caso não exista aceitação já foi explicado anteriormente, o de não ser possível complementar com novos elementos também já explicado anteriormente e o de a não existência de fluxo de informação. Apesar da inexistência do fluxo de informação existe a informação necessária em cada sub-actividade, origem, destino e conteúdo. A não existência deste fluxo explicasse pela opção de não tornar o mapeamento pesado e de difícil leitura.

6.4. Discussão global dos resultados da elaboração dos MFV

Este subcapítulo tem como objectivo sintetizar toda a informação e discussão dos resultados e fazer uma conclusão ao nível da discussão de resultados.

A análise dos resultados foi feita de um ponto de vista qualitativo e não quantitativo, ou seja, os resultados obtidos foram principalmente ao nível da qualidade da elaboração do MFV.

A principal dificuldade relevada pelos engenheiros na elaboração do MFV foi a sua estruturação. A dificuldade de estruturação leva a que cada um elabore o MFV de uma maneira aleatória, apesar de realizar os passos propostos por Rother e Shook (1998), escolha do produto ou família de produtos em que se pretende implementar as melhorias, seguido da elaboração do desenho para o estado actual do fluxo, ou seja, como decorrem os processos na actualidade. Estes passos descritos por Rother e Shook levam a que fique em aberto a estrutura e informações necessárias à correcta elaboração do MFV e assim o método proposto vem preencher esse espaço existente na estruturação e na escolha das informações necessárias para a correcta elaboração do MFV.

Os diversos engenheiros realizaram MFV distintos na sua base estrutural, o que leva a que a informação representada em cada MFV sem o método não seja igual a de outro mapeamento nem contenha as informações necessárias a uma melhoria futura.

Com a utilização do método para elaborar o MFV foi possível observar uma melhoria significativa quer em termos de qualidade, porque são analisadas métricas importantes para o conhecimento das actividades, quer em termos de fluxo da sua elaboração, porque não existem dúvidas na melhor maneira de elaborar o mapeamento em termos de template de apresentação. Cada engenheiro tinha uma base estrutural para a sua elaboração e sabia qual a informação necessária para completar o mapeamento de forma a descrever as actividades da melhor maneira possível.

Numa análise final do resultado pode-se concluir que o método tornou a elaboração do mapeamento mais eficaz. Com método proposto a actuar sobre a elaboração do próprio mapeamento, aumentando o seu fluxo de execução e a actuar sobre a qualidade do mapeamento de um modo positivo pode-se dizer que o resultado a que foi proposto foi atingido. Ao aumentar o fluxo de elaboração do mapeamento, reduz os desperdícios associados à elaboração. Estes desperdícios eram de tempo na sua elaboração (dificuldade de escolher um template de apresentação do mesmo e de escolher quais as métricas a analisar) e de recursos, visto que eram necessários mais recursos para fazer um mapeamento (mais recursos em termos de horas de pessoas alocadas à elaboração). Ao nível da qualidade do MFV a melhoria é significativa, visto que, com a utilização do método proposto, existe uma padronização dos mapeamentos e as actividades são analisadas de uma forma profunda e com métricas estabelecidas e conhecidas por todos os intervenientes.

Apesar do método proposto neste trabalho ter como base o proposto porque Shook e Rother (1998), tem diferenças na concepção do próprio mapeamento, e como se aborda cada mapeamento. O método proposto diferencia-se porque tem como principal objectivo fornecer um guia para a elabora-

ção do mapeamento, o que não acontece com o proposto por Shook e Rother que deixa a elaboração dos mapeamentos completamente em aberto. No método proposto é especificado as necessidades de informação de cada actividade para completar o mapeamento. Esta é a principal diferença para o método proposto descrito no estado do conhecimento, ou seja, não deixa espaço a interpretações diferentes nem a mapeamentos diferentes na sua base conceitual.

O objectivo proposto no início da dissertação foi conseguido, porque ficou provada a adequabilidade da conjugação dos conceitos do PMBOK e da filosofia Lean para a elaboração mais eficaz do MFV. Com a conjugação da filosofia Lean com o PMBOK foi possível a agilização da elaboração do MFV e foi conseguido um incremento de qualidade no próprio MFV.

7. CONCLUSÃO

O objectivo principal deste trabalho, estudo da adequabilidade da utilização do *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK) para elaboração de um MFV mais completo, foi atingido. Existiram uma série de passos necessários para o alcance deste objectivo.

O primeiro passo foi realizado durante a pesquisa bibliográfica com o objectivo de aprofundar os conhecimentos sobre a filosofia Lean, mais especificamente sobre a filosofia Lean aplicada à construção e sobre o PMBOK. A necessidade de aprofundar os conhecimentos sobre a construção Lean deve-se à necessidade de entender profundamente as premissas desta filosofia, eliminar desperdícios e maximizar a utilização das capacidades dos recursos. Depois de conhecer profundamente a filosofia é que se pode compreender e detalhar as necessidades de elaboração e de informação de um MFV.

De seguida foi elaborada uma metodologia de recolha de dados para se conseguir fazer a análise da implementação do método na elaboração do MFV. Esta metodologia assenta principalmente na observação e recolha de dados dos mapeamentos elaborados pelos engenheiros com e sem o método proposto.

Na recolha de dados da elaboração dos MFV foi possível observar a padronização dos mapeamentos, ou seja, os MFV elaborados com o método proposto têm uma estrutura igual o que só por si, faz com um dos objectivos de método proposto tenha sido conseguido.

Durante a análise dos resultados foi possível detectar várias lacunas na elaboração dos MFV sem o método:

- Difícil elaboração
- Estruturação deficiente
- Falta de fluxo na elaboração dos MFV
- Informação insuficiente
- Difícil monitorização

Na elaboração dos mapeamentos com o método proposto foi possível constatar que estas lacunas foram eliminadas. Com a estrutura proposta foi conseguido uma simplificação na elaboração, fluxo constante e inclusão de toda informação necessária para a sua análise e futura optimização. A parte do método referido por todos os engenheiros como mais positiva foi a facilidade de elaboração do mapeamento e a clara estruturação do mesmo.

No final deste trabalho, o estudo da adequabilidade do PMBOK à elaboração do MFV foi comprovada. Todos os dados retirados deste trabalho apontam para que a sinergia do PMBOK com a filosofia Lean é uma mais-valia significativa para a filosofia Lean e para a melhoria das actividades.

Como o MFV é a base da filosofia, com a elaboração de um mapeamento ficamos a conhecer melhor uma actividade, conseguiu quantificar-se as melhorias propostas e padronizar-se a elaboração do MFV, logo esta sinergia pode tornar a ferramenta base da filosofia Lean mais Lean.

Outra mais-valia desta sinergia é tornar a elaboração de MFV numa empresa padronizada. Com esta padronização é conseguido o estudo e a discussão de melhorias de uma maneira mais eficaz. Se todos os colaboradores da empresa trabalharem sobre a mesma base é mais fácil o entendimento e a proposta de melhorias torna-se mais rápida e eficaz.

A segunda parte do método não foi validada (fase de passagem de MFV actual para MFV futuro) devido a impossibilidades nas obras. Foi impossível desenvolver este método de passagem de MFV actual para MFV futuro, porque nas obras em causa havia uma grande preocupação com o tempo de obra. A passagem de MFV actual para MFV futuro e implementação do mesmo levava a uma nova metodologia de abordagem às actividades em causa. Seriam necessários novos métodos de construção e novos sistemas de controlo, não estando neste momento as empresas receptivas a esta mudança.

7.1. Limitação na investigação

A principal limitação na investigação foi a não validação da segunda parte do método, a passagem de MFV actual para o futuro. Esta limitação deveu-se ao reduzido tempo e a não receptividade à mudança, o que levou apenas estudar a adequabilidade do método proposto para elaboração do MFV. A validação do método de passagem de MFV actual e para futuro teria que passar por agregar um elevado número de intervenientes na obra em reuniões, com o objectivo de discutir melhorias no MFV actual com as premissas descritas no método de passagem do MFV actual para o futuro e mudar a abordagem às actividades utilizadas por cada empresa.

7.2. Campos de pesquisa futura

A eficácia da sinergia do PMBOK da filosofia Lean foi comprovada para a elaboração do MFV. No entanto, a passagem de MFV actual para MFV futuro foi impossível de estudar, sendo este um campo de pesquisa futuro, ou seja, o estudo da eficácia da sinergia para elaboração do MFV futuro. Este estudo seria muito interessante visto que utilizando a conjugação dos dois métodos, a qualidade do MFV actual seria maior e a passagem de MFV actual para futuro seria mais objectiva e direccionada assim como a implementação do MFV futuro.

Apesar de ser a ferramenta mais importante da filosofia Lean para quantificar melhorias, a única que trabalha sobre o antes e o depois da melhoria, existem muitas outras ferramentas com outras características e outros objectivos diferentes, mas sem dúvida igualmente importantes. Para um estudo futuro seria muito interessante a análise da possível sinergia do PMBOK com outras ferramentas, com

o mesmo objectivo deste trabalho, saber adequabilidade do uso do PMBOK na melhoria das actividades propostas pela filosofia, mas também a melhoria das próprias ferramentas da construção Lean.

Entre as muitas ferramentas da construção Lean as que o estudo da sua adequabilidade ao PMBOK seria mais interessante era o *Just-in-Time* e o PPC.

A importância do estudo da adequabilidade do guia ao *Just-in-time*, deve-se a esta ferramenta não estar só relacionada com a entrega de materiais mas também com a avaliação de desempenhos, área muito desenvolvida no PMBOK. Com o desenvolvimento realizado pelo PMBOK a ferramenta Lean pode receber mais-valias e ver a sua prestação melhorada.

O PPC como ferramenta Lean avalia o desempenho das equipas, comparando o trabalho realizado com o planeado. A sinergia desta ferramenta com o PMBOK pode levar à avaliação do desempenho não só do trabalho realizado, mas também na qualidade do trabalho entre outras. No guia o desempenho pode ser traduzido em métricas de qualidade de trabalho, qualidade de informação transmitida, qualidade do planeamento entre outras, visto que todas estas avaliações são desenvolvidas e consideradas no guia PMBOK.

8. BIBLIOGRAFIA

ABDULMALEK, F. e RAJGOPAL, J. - *Analyzing the benefits of Lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study*. *International Journal of Production Economics*, vol. 107, pag. 223-236, 2007.

ALVES, E, MFV disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAABh2EAF/mfv-artigo-emerson-alves>, 2008.

BARANANO, A. M. *Métodos e técnicas de investigação em gestão*. Lisboa: Edições Silabo, 2004

BALLARD, G. - *The Last Planner*. Northern California Construction Institute. Monterey, USA, 1994

CHITLA, V. *Performance Assessment Of Planning Processes During Manufactured Housing Production Operations Using Lean Production Principles*. Master Thesis, 140p. 2002

Consultado em <http://www.mhavila.com.br/topicos/gestao/pmbok.html> (20/9/11)

CORRÊA, H. e GIANESI, I. - *Just in Time, MRPII e OPT – Um enfoque estratégico*. 2ª edição. Brasil: Atlas, 1993.

FONTANINI, P. - *Mentalidade enxuta no fluxo de suprimentos da construção civil – Aplicação de macro mapeamento na cadeia de fornecedores de esquadrias de alumínio*. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Brasil, 2004.

HEIDEMANN, A e GEHBAUER, F. - *Cooperative project delivery in a environment of strict design-build tender regulations*. IGLC 2010

GONÇALVES, W. *Utilização de Técnicas Lean e Just in Time na Gestão de Empreendimentos e Obras* Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Portugal, 2007.

GIANINI, R; *Aplicação de ferramentas de pensamento enxuto na redução de perdas em operações de serviços*, São Paulo, 2007

HOWELL G A., P.E. e KOSKELA L. *Reforming Project Management: the Role of LeanConstruction*. 8ª Conferência do International Group of Lean Construction, Brington, 2000.

JUNIIOR A. e WILLE S., *Utilização dos conceitos do PMBOK Guide e do Lean Constrution para gerenciamento de projectos em pequenas empresas*, XXIII Encontro Nac. De Eng. De Produção – Ouro Preto, MG, Brasil, 21 a 24 de Out de 2003,2003

KIM, Y.W e BALLARD, G. *Is The Earned-Value Method An Enemy Of Work Flow?* 8ª Conferência do International Group of Lean Construction, Brington, 2000

KOSKELA, L. - *Application of the new production philosophy to construction*. CIFE Technical Report: 72, Stanford University, USA, 1992.

KOSKELA, L., *An Exploration towards a Production Theory and its Application to Construction*, Dissertação de Doutorado, 2000

KOSKELA, L. *„Making-do – The Eighth Category of Waste*. 12ª Conferência do International Group of Lean Construction, Dinamarca.2004

KOSKELA, L. e HOWELL, G.A. “*The underlying theory of project management is obsolete.*” Project Management Institute 2000.

LIKER, J. *O Método Toyota*. Porto Alegre: Bookman.2005

WOMACK, J, JONES, D. e ROOS, D. - *A máquina que mudou o mundo*. Tradução de Ivo Korytovski. Campus, Rio de Janeiro, 1992.

WOMACK, J. e JONES, D. - *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. 2ª ed. UK: Free Press Business. 2003

OHNO T, *The Toyota production system: beyond large scale-production*. Productivity Press 1988

PICCHI, F A. *Opportunities of Lean Thinking application in construction*, vol. 3, nº1. 2003.

PICCHI, F. *System View of Lean Construction Applications*. 10ª Conferência do International Group of Lean Construction ,Singapore, 2001.

PICCHI, F *Lean Principles and the construction main* , 9ª Conferência do International Group of Lean Construction ,Brighton, 2000.

PMI Standards Committee. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. Project Management Institute, USA. 2004

ROTHER, M. e SHOOK, J. - *Learning to See*. The Lean Enterprise Institute, Cambridge, MA. Version 1.3., Junho,2000.

SHOOK, J e ROTHER, M;. – *Learning to see – Value-Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. The Lean Enterprise Institute. Massachusetts, EUA, 1998.

STRATEGOS, Disponível em http://www.strategosinc.com/value_stream_mapping1.htm 2012.

SHINGO, S. *O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia e Produção*. Tradução: Eduardo Schaan. 2.ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996

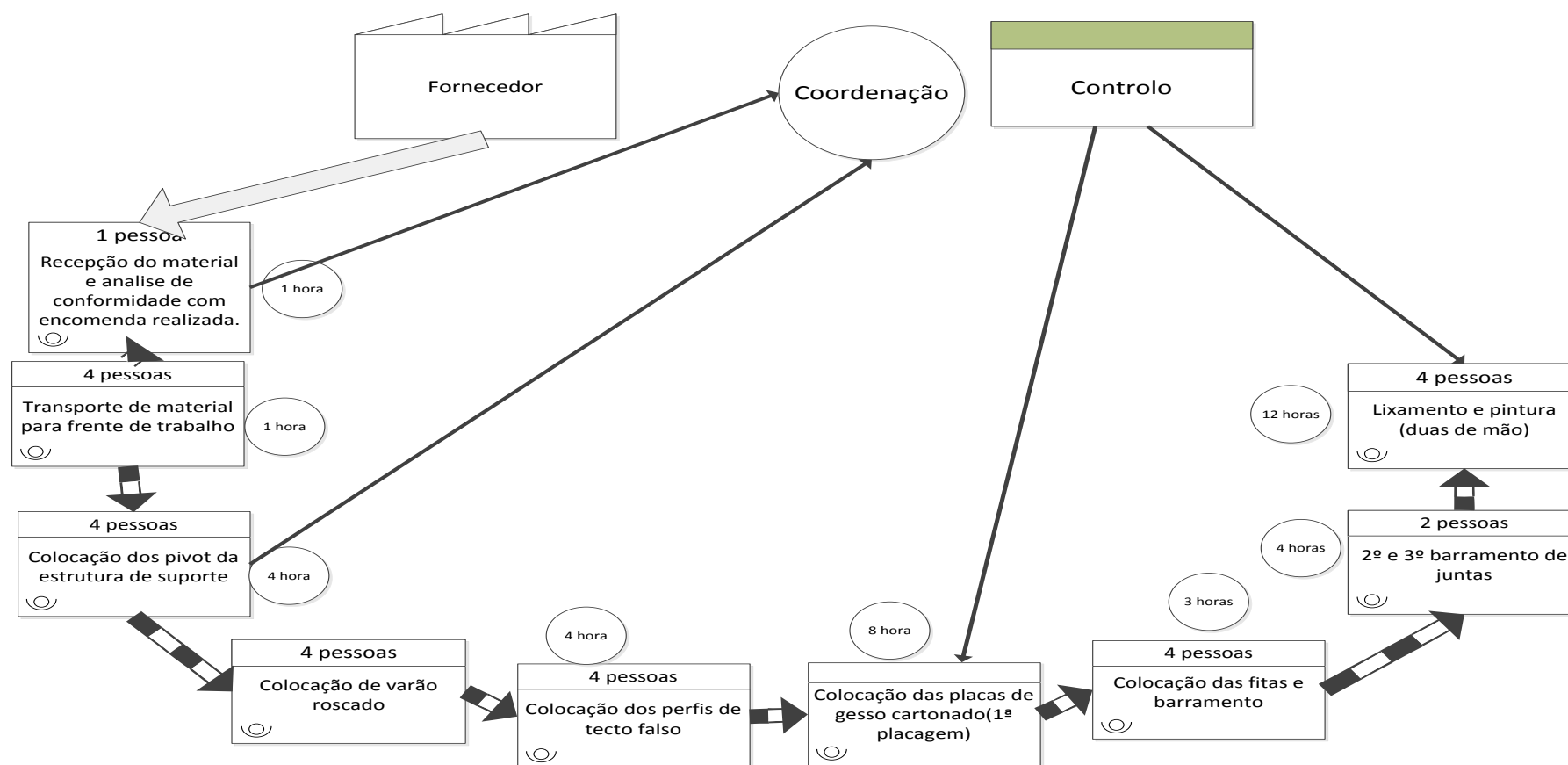
TOMMELEIN, I e WEISSENBUGER, M, *More just in time location of buffers in structural steel supply and construction progress*, 7^a Conferência do International Group of Lean Construction, 1999

VONDEREMBSE, MA, UPPAL M, HUANG SH e DISMUKES JP, *Designing supply chains: towards theory development*. Int J Prod Econ 100:2, 223–238, 2006

VRIJHOEF, R e KOSKELA, L. *The four roles of supply chain management in construction*. European Journal of Purchasing & Supply Management, vol. 6, pag. 169-178.2000

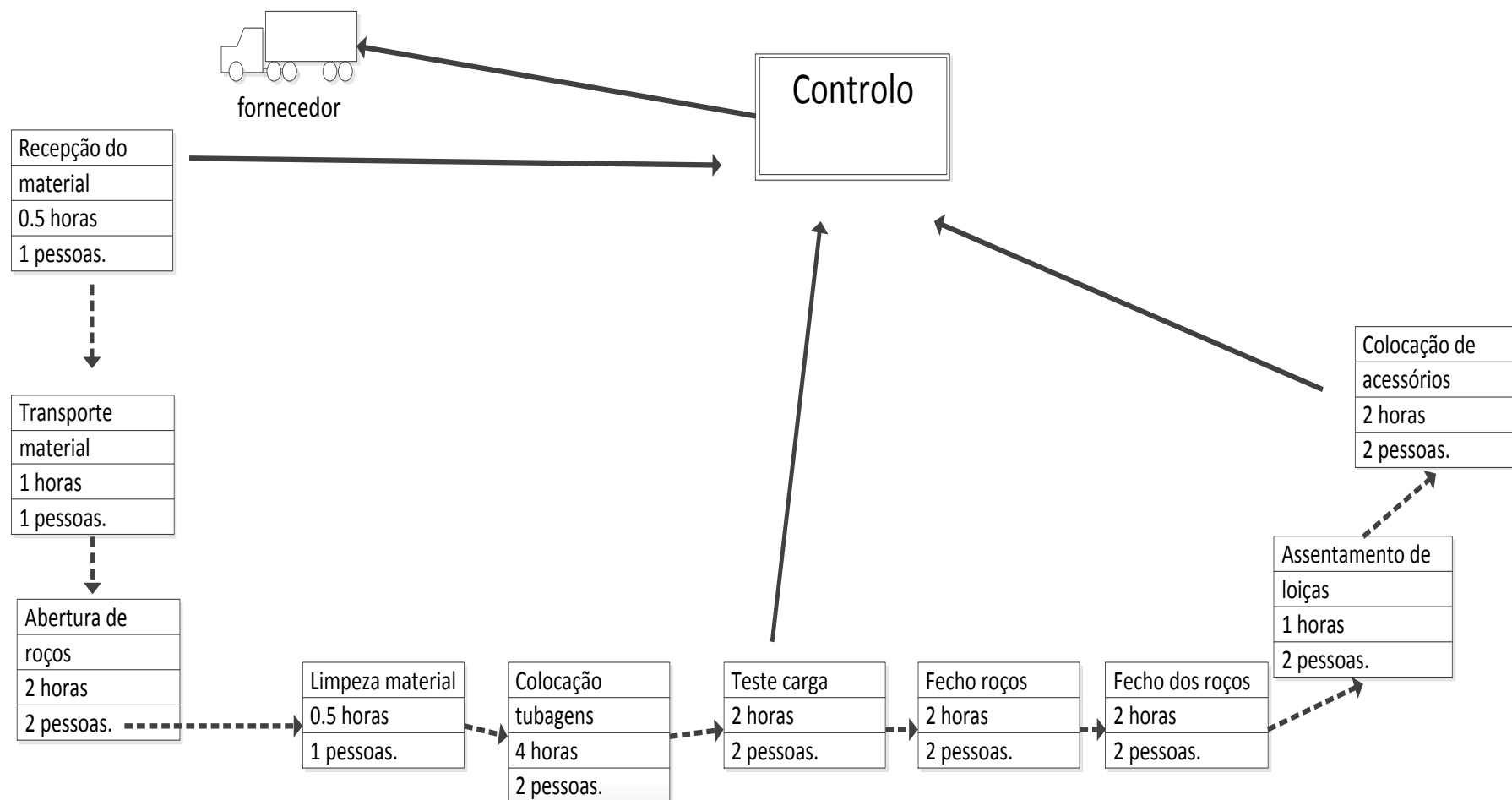
9. ANEXOS

I. Anexo 1 – MFV da colocação dos tectos falsos sem a utilização do método proposto

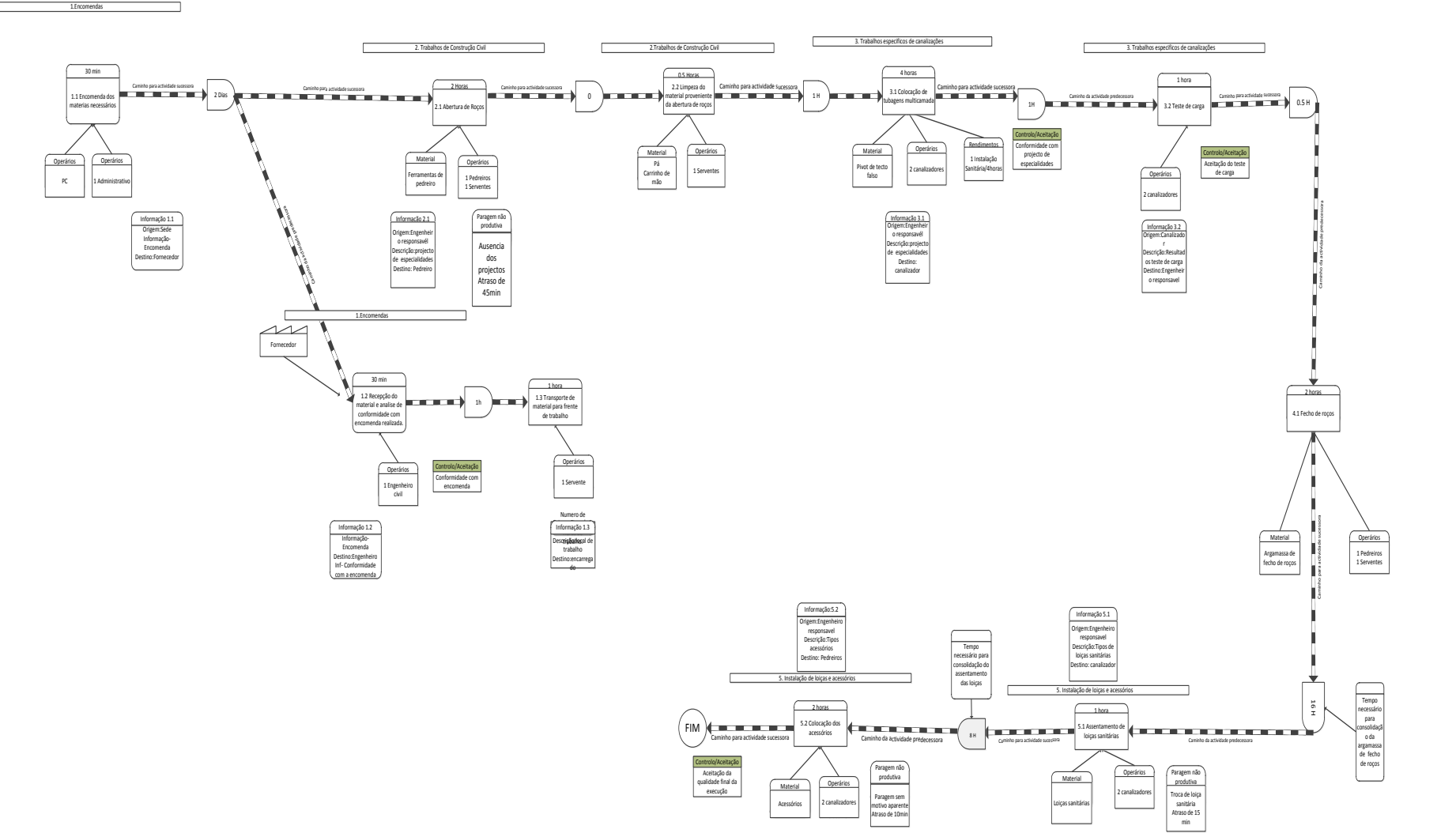




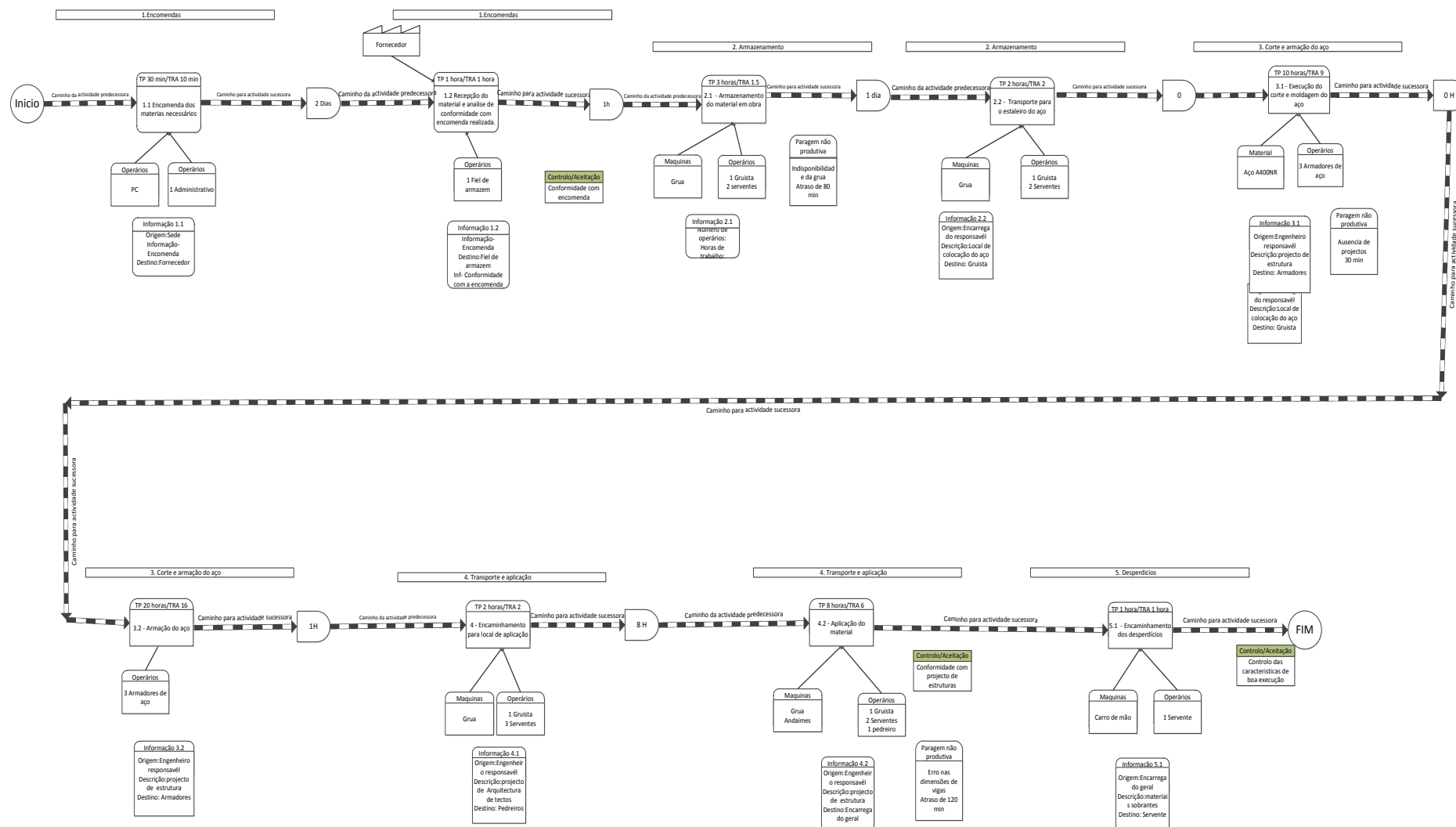
III. Anexo 3 – MFV da colocação das redes de águas sem a utilização do método proposto



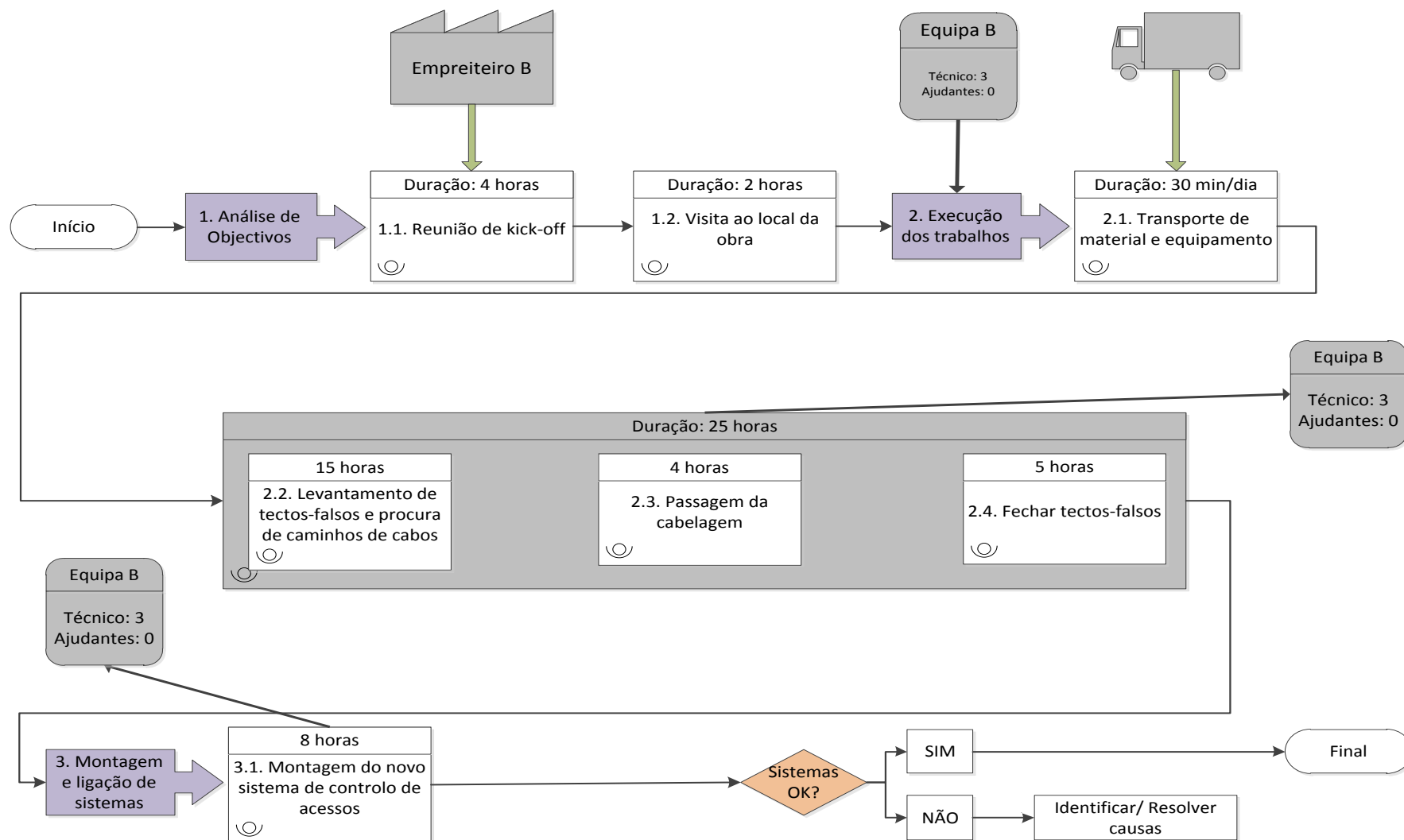
IV. Anexo 4 - MFV da colocação das redes de águas com a utilização do método proposto



V. Anexo 5 – MFV do corte e moldagem do aço com o método proposto



VI. Anexo 6 – MFV da substituição da cablagem da gare ferroviária sem a utilização do método proposto



VII. Anexo 7 - MFV da substituição da cablagem da gare ferroviária com a utilização do método proposto

